

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Raccordo tra le serie termo-pluviometriche delle stazioni manuali ed automatiche in Piemonte

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/138702> since

Publisher:

youcanprint

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

RACCORDO TRA LE SERIE TERMO-PLUVIOMETRICHE DELLE STAZIONI MANUALI ED AUTOMATICHE IN PIEMONTE

Volume a cura di *Simona Fratianni*



RACCORDO TRA LE SERIE TERMO-PLUVIOMETRICHE DELLE STAZIONI MANUALI ED AUTOMATICHE IN PIEMONTE

Volume a cura di **Simona Fratianni (1)**

Responsabili scientifici:

Simona Fratianni (1)
Luciano Masciocco (1)
Roberto Cremonini (2)

Autori:

Fiorella Acquaotta (1)
Adriana Albanese (1)
Simona Fratianni (1)

Con la collaborazione di:

Manuela Bassi (2)
Barbara Cagnazzi (2)
Maurizio Penna (2)

(1) Università degli Studi di Torino - Dipartimento di Scienze della Terra - Via Valperga Caluso 35, 10125 Torino

(2) Arpa Piemonte – Dipartimento Sistemi Previsionali SS Idrologia ed effetti al suolo – Via Pio VII, 9 – 10135 Torino

Titolo | **RACCORDO TRA LE SERIE TERMO-PLUVIOMETRICHE
DELLE STAZIONI MANUALI ED AUTONOME IN PIEMONTE**

Autore | Simona Fratianni

Immagine di copertina a cura dell'Autore

ISBN |

© Tutti i diritti riservati all'Autore.

Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta senza il preventivo assenso dell'Autore.

Youcanprint *Self-Publishing*

Via Roma, 73 - 73039 Tricase (LE) - Italy

www.youcanprint.it

info@youcanprint.it

Facebook: facebook.com/youcanprint.it

Twitter: twitter.com/youcanprintit

Premessa

La sempre più frequente ricorrenza di fenomeni meteorologici di un certo rilievo ed il relativo impatto sulla società umana, quali siccità, ondate di calore, alluvioni, uragani o periodi prolungati di freddo intenso, ha fatto sì che lo studio del Clima e la questione dei Cambiamenti Climatici divenissero di grande attualità, negli ultimi anni. Per poter capire, individuare, prevedere e reagire alla variabilità climatica ed al cambiamento climatico globale, è risultata necessaria, con urgenza, la disponibilità di serie climatiche lunghe, affidabili e di elevata qualità.

In tale ottica è nato questo importante volume, frutto di una collaborazione scientifica tra il Dipartimento di Scienze della Terra ed Arpa Piemonte, che si pone l'obiettivo di favorire e far progredire l'attività di recupero dei dati meteorologici e dei metadati, al fine di sviluppare serie complete.

La disponibilità di un'ampia base di dati climatici del passato tuttavia non costituisce di per sé una condizione sufficiente per poter procedere ad una dettagliata ricostruzione del clima. E' infatti molto difficile che osservazioni raccolte nell'arco del tempo, con strumenti e metodi notevolmente diversi tra loro, siano direttamente confrontabili. Accanto quindi ad una buona disponibilità dei dati, sono richiesti anche strumenti conoscitivi che permettano di valutare e gestire i numerosi problemi di disomogeneità (cambiamenti subiti dalla stazione meteorologica e/o dei suoi sensori nel corso degli anni) connessi con l'analisi di lunghe serie di osservazioni meteorologiche.

Tale operazione si rivela indispensabile al fine di ottenere una base di dati universalmente accettata dalla Comunità Scientifica internazionale, su cui svolgere una corretta valutazione di trend e scenari futuri.

1. INTRODUZIONE	1
1.1 Le reti di misura storiche	1
1.2 L'innovazione tecnologica nel monitoraggio e la nascita della rete meteoidrografica piemontese	4
2. SERIE ANALIZZATE	7
2.1 Localita' scelte per il confronto tra le misure delle due reti meteorologiche	7
2.2 Metodi di analisi e di confronto dei dati termometrici	14
2.3 Metodi di analisi e di confronto dei dati pluviometrici	16
2.3.1. <i>Dati di precipitazione (mm)</i>	16
2.3.2. <i>Giorni piovosi e classi di intensità di precipitazione</i>	18
3. RISULTATI	20
3.1 Confronto dei dati di temperatura	20
3.1.1. <i>Confronto tra le serie di dati termometrici giornalieri</i>	21
3.1.2. <i>Confronto tra le serie di dati termometrici stagionali</i>	24
3.2 Confronto dei dati di precipitazione	33
3.2.1. <i>Confronto tra le serie di dati pluviometrici mensili</i>	33
3.2.2. <i>Confronto tra i giorni piovosi e le classi di intensità pluviometrica</i>	35
3.2.3. <i>Confronto tra le serie di dati pluviometrici annuali e stagionali</i>	42
3.2.4. <i>Confronto tra le serie di dati pluviometrici orari</i>	46
3.2.5. <i>Possibile unione delle serie ex-Simn con quelle Arpa</i>	46
3.2.5.1. Bardonecchia	47
3.2.5.2. Ceresole Reale	47
3.2.5.3. Cumiana	48
3.2.5.4. Luserna S. Giovanni	49
3.2.5.5. Salbeltrand	50
3.2.5.6. Susa	50
3.2.5.7. Torino	52
3.2.5.8. Valprato Soana	52
3.2.5.9. Piedicavallo	54
3.2.5.10. Varallo Sesia	54
3.2.5.11. Vercelli	55

3.2.6. Conclusioni	55
3.3 Risultati ricostruzione	56
3.3.1. Ricostruzione serie precipitazioni	56
3.3.1.1. Ricostruzione serie mensili di precipitazione	56
3.3.1.2. Ricostruzione serie annuali di precipitazione	57
3.3.2. Ricostruzione serie temperature	57
3.3.2.1. Ricostruzione serie mensili di temperatura massima e minima	62
3.3.2.2. Ricostruzione serie annuali di temperatura massima e minima	64
3.4 Omogeneizzazione delle serie annuali di precipitazione	66
3.4.1. Omogeneizzazione delle serie annuali di temperatura massima e minima	76
3.5 Trend delle serie annuali di precipitazioni e di temperatura	79
3.5.1. Trend delle serie annuali di precipitazione	79
3.5.2. Trend delle serie annuali dei giorni piovosi	80
3.5.3. Trend delle serie annuali di temperatura massima e minima	80
4. ANALISI CLIMATICA	81
4.1 Pluviometria	81
4.1.1. Distribuzione delle precipitazioni sui tre periodi standard	81
4.1.2. Distribuzione delle precipitazioni su tutto il periodo	85
4.2 Termometria	87
4.2.1. Distribuzione delle temperature sui tre periodi standard	87
4.2.2. Sommatoria termica in base 10°C	100
4.3 Correlazione tra temperatura e precipitazione	106
BIBLIOGRAFIA	110
ALLEGATI	115

Lo studio della variabilità e dei cambiamenti climatici parte dall'individuazione delle variazioni nel corso del tempo e nell'individuazione delle cause, a partire dall'analisi di serie storiche di osservazioni meteorologiche con la massima estensione negli anni. Tuttavia nel corso del tempo molteplici fattori, quali la manutenzione ed i cambi di strumentazione, le modifiche occorse all'ambiente circostante, possono aver alterato la rappresentatività e la qualità delle misure acquisite.

Quindi il problema più rilevante delle serie più antiche in ambito climatologico è connesso all'affidabilità dei dati: senza un dettagliato studio di carattere storico delle fonti, che permetta di valutare criticamente ciò che è stato osservato, individuando eventuali errori casuali o sistematici, e che ponga attenzione alla ricostruzione storica delle modalità con cui si sono svolte le osservazioni, le serie disponibili vanno considerate più come successione di numeri che di misure.

1.1 LE RETI DI MISURA STORICHE

L'Italia vanta un ruolo di primissimo piano nello sviluppo

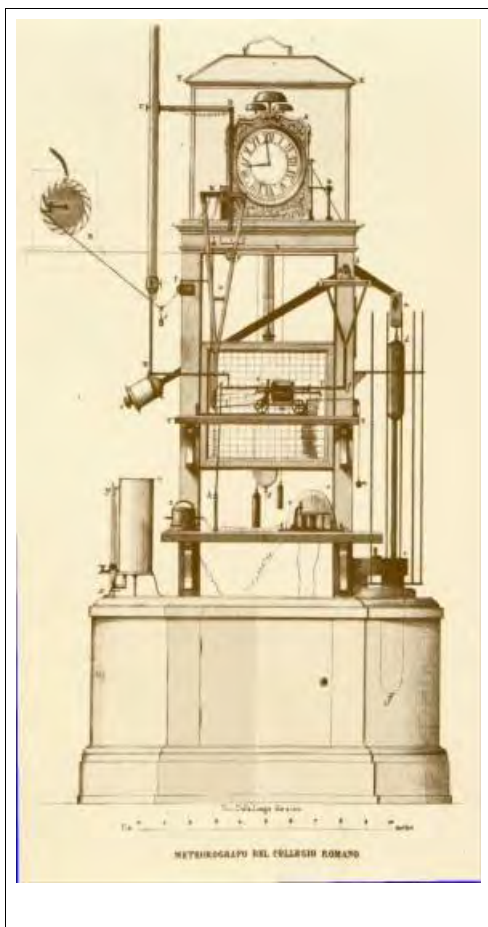
delle osservazioni meteorologiche, ben evidenziato dall'invenzione di alcuni dei più importanti strumenti meteorologici e dall'istituzione della prima rete di osservatori in Europa.

La forte presenza italiana nello sviluppo delle osservazioni meteorologiche è anche testimoniata dall'esistenza di ben sei serie settecentesche: Bologna, Milano, Roma, Padova, Palermo e Torino.

Al periodo "*pioneristico*" delle prime osservazioni fino all'inizio dell'ottocento, segue un periodo caratterizzato dalla progressiva standardizzazione degli strumenti e delle metodologie di osservazione; segue l'istituzione dei grandi servizi meteorologici nazionali ed, infine, un ultimo periodo caratterizzato dalla disponibilità di dati su supporto magnetico derivati sia da misure manuali e sia automatiche.

Nel 1865 nascono a Firenze, allora capitale d'Italia, gli Uffici Meteorologici del Ministero di Agricoltura Industria e Commercio. Negli stessi anni a Roma presso il Collegio Romano, Padre Secchi si occupa di astronomia e meteorologia (Figura 1.1) mentre a Moncalieri, presso Torino, al Real Collegio Carlo Alberto, inizia l'opera del barnabita Padre Denza, che dedica gran parte della sua vita

all'organizzazione della rete piemontese. Nel 1859 fonda l'Osservatorio meteorologico di Moncalieri e nel 1860 inizia una fitta corrispondenza con i direttori delle altre stazioni piemontesi, Parnisetti ad Alessandria, Craveri a Bra e Gatta ad Ivrea.



Il Regio Decreto n° 3534 del 26 novembre 1876 istituisce il Regio Ufficio Centrale di Meteorologia con sede presso il Collegio Romano in Roma per "sovrintendere alle osservazioni e pubblicazioni attinenti alla

meteorologia". Agli inizi del '900 viene avviata la pubblicazione degli *"Annali del Regio Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica"* e del *"Bollettino Meteorico Giornaliero"*.

Nonostante ciò fino agli inizi del XX secolo, le misurazioni sono eseguite ancora da singole strutture, che svolgono tale compito negli stati preunitari in modo non coordinato. In particolare coesistono due tipi di osservatori meteorologici: il primo è a complemento di osservatori astronomici, quindi solitamente collocato sulla sommità di edifici, il secondo è quello prevalentemente meteorologico, con un impegno giornaliero di memoria delle misure e delle osservazioni meteorologiche (pioggia, neve, temporale...). L'affidabilità dei dati in questo periodo migliora in modo sensibile in quanto si assiste ad una notevole standardizzazione degli strumenti e dei metodi di osservazione. Ma permane a lungo il problema, particolarmente rilevante per l'Italia, costituito dal fatto che, anche dopo la costituzione dell'Ufficio Centrale di Meteorologia, in molti osservatori meteorologici le misure sono eseguite in finestre o balconi meteorologici, dando luogo alla raccolta di dati spesso scarsamente affidabili.

Figura 1.1

Meteografo di Padre Secchi
(fonte: UCEA, 1990).

Nel 1913 viene fondato il Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), dall'allora Ministero dei Lavori Pubblici con lo scopo di uniformare, organizzare e rendere disponibili le misurazioni termopluviometriche, idrometriche e mareografiche in Italia. Fino alla sua dismissione, avvenuta nel 2003, il Servizio Idrografico provvede anche alla pubblicazione degli *"Annali Idrologici"*, organizzati secondo una suddivisione compartimentale, ricalcante i bacini idrografici dei principali fiumi italiani.

Al 31 gennaio 1913 sono in servizio 280 stazioni pluviometriche. Data la complessiva superficie del bacino del Po di 70.091 Km², la densità media dei posti di osservazione risulta di un pluviometro ogni 250 Km², anche se per le zone piemontesi la densità è inferiore (uno ogni 492 Km² per l'Alto Po, uno ogni 385 Km² per la zona Dora-Sesia ed addirittura uno ogni 779 Km² per la zona Tanaro-Scivia). Scarsamente monitorate risaltano le zone alpine con 50 stazioni oltre i 1000 m s.l.m. e solamente 8 oltre i 2000 m. s.l.m., di cui nessuna in Piemonte.

La rete di misura si espande con rapida progressione negli anni tra le due guerre mondiali, per iniziare successivamente un lento

e costante declino. Negli anni del boom economico infatti si afferma il pensiero del potere illimitato della tecnologia in grado di realizzare interventi per scongiurare del tutto gli effetti degli eventi naturali. Si diffonde così, legato al noto fenomeno umano della labilità della memoria delle passate calamità, la sensazione dell'inutilità e dell'obsolescenza delle pratiche osservative, che trova un ulteriore avallo nella nuova politica energetica italiana che vede l'affermazione della produzione di energia termoelettrica a scapito dello sfruttamento idroelettrico. Prima della nazionalizzazione, infatti, i gestori delle dighe figurano tra i principali promotori ed utilizzatori dei dati di monitoraggio meteorologico.

Nel 1970 nell'area piemontese la densità della rete meteorologica è comunque ancora accettabile con valori di una stazione ogni 86 Km², ripartite tra pluviometri (135), pluviometri registratori (149), solo 11 totalizzatori idonei alla misurazione della neve in alta quota. Per quanto riguarda la rete termometrica si contano 126 strumenti – in maggioranza a massima e minima – per una densità di una stazione ogni 202 Km². Gli eventi alluvionali verificatisi alla fine degli anni '70 determinano però una drammatica ripresa di coscienza

del rischio idrogeologico.

1.2 L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA NEL MONITORAGGIO E LA NASCITA DELLA RETE METEOIDROGRAFICA PIEMONTESE

Sul finire degli anni ottanta, a strumenti manuali vengono affiancati dapprima strumenti meccanici, termografi e pluviografi in grado di registrare con continuità su carta l'andamento delle osservazioni meteorologiche nel tempo, ed in tempi più recenti strumenti elettronici. Tali innovazioni sono orientate nella direzione della:

- automatizzazione del rilevamento;
- acquisizione in tempo reale delle misure;
- estensione dei sistemi osservativi;
- integrazione del rilevamento meteorologico ed idropluviometrico.

Gli anni '80 vedono talvolta contrapposte le realtà regionali, a confronto diretto con i problemi della difesa del territorio da poco affidati alla loro competenza, resi incalzanti dal susseguirsi di eventi, ed una organizzazione centrale che stenta a comprendere

i nuovi compiti ad essa assegnati dalla Legge 183 e dalla Legge 225, sia in termini di organizzazione delle conoscenze sia in termini di collaborazione.

A partire dal 1986 si sviluppa sul territorio piemontese una rete meteoidrografica automatica, che cresce in maniera esponenziale a seguito dell'alluvione del novembre 1994; questa calamità disastrosa segna l'inizio del rinnovamento tecnico e culturale della prevenzione del rischio naturale, basata sull'applicazione di interventi non strutturali, incentrati su efficaci sistemi di previsione, sorveglianza ed allarme, associati ad azioni di manutenzione e di normativa urbanistica, con l'obiettivo di minimizzare attraverso la previsione ed il preannuncio, gli effetti del rischio in termini di salvaguardia dell'integrità della vita umana e dei beni esposti.

L'accordo del 24 aprile 1996 tra Regione Piemonte e Direzione dei Servizi Tecnici Nazionali ne è la conseguenza operativa e definisce l'interconnessione delle reti, la condivisione dei sistemi di teletrasmissione, le modalità di acquisizione e scambio dati ed il loro libero utilizzo per finalità di protezione civile. Da allora la collaborazione tra Stato e Regioni è proseguita nel solco del processo evolutivo della riforma della Stato disegnata dal D.lgs 112/98.

Grazie all'accordo Governo Regioni del 24 maggio 2001 ed ai conseguenti accordi interregionali per la gestione unitaria delle funzioni compartimentali sul bacino del fiume Po è stata definita una rete di rilevamento condivisa, composta dalle stazioni più rappresentative per il monitoraggio a scala di bacino. Le osservazioni sono condivise in tempo reale tra tutte le regioni padane, il Dipartimento Nazionale della Protezione Civile, l'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e dei servizi tecnici (APAT), l'Agenzia Interregionale per il fiume Po (AIPO) e l'Aeronautica Militare.

Il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 24 luglio 2002 trasferisce le competenze attribuite al Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale alle Regioni, con conseguente esigenza d'integrazione dei sistemi di monitoraggio. Ragioni di innovazione tecnologico e di economicità portano quindi alla progressiva dismissione degli strumenti di misura meccanici con strumenti più moderni, completamente automatici ed elettronici in grado di fornire misure in tempo reale con elevato dettaglio temporale.

La rete meteoidrografica piemontese ad oggi è costituita da circa 400 stazioni di misura automatiche per una densità di

circa una ogni 70 km², distribuite sul territorio in varie tipologie: meteorologiche, idrometriche, nivometriche, ed è praticamente completata la sostituzione del parco di stazioni meccaniche. Tali stazioni sono collegate attraverso ponti radio e forniscono informazioni dettagliate sulle condizioni meteorologiche in tempo reale al Centro Funzionale di ARPA Piemonte, dove i dati vengono acquisiti e validati costituendo la Banca Dati Meteorologica e Climatologica, un archivio informativo di misure composto da più di 85 milioni di osservazioni.

Agli strumenti "classici", nel tempo si sono aggiunti recentemente strumenti innovativi, quali radiosondaggi, in

Figura 1.2 - Sistema radar meteorologico di Monte Settepani a 1.385 m s.l.m.



grado di campionare l'atmosfera fino alla quota di 32.000 m, il satellite ed il radar meteorologico in grado di fornire un monitoraggio dettagliato di vaste zone con elevata frequenza ed il profilatore di vento. La Figura 1.2 mostra il sistema radar meteorologico di Monte Settepani, presso Osiglia (SV), alla quota di 1.385 m s.l.m.

L'analisi dell'andamento pluviometrico e termometrico del Piemonte ha reso necessario prendere in considerazione due differenti serie di dati: da un lato la serie di valori registrati dagli strumenti dell'ex-Settore Idrografico e Mareografico Nazionale (ex-SIMN) e dall'altro i dati acquisiti in telerilevamento dalla rete automatica dell'ARPA Piemonte (cfr. cap. 1).

Sono state pertanto individuate località, distribuite nel modo più omogeneo possibile sul territorio regionale, in cui sono presenti stazioni appartenenti alle due reti meteorologiche.

Si è ritenuto opportuno innanzitutto effettuare un confronto tra i dati relativi al periodo di sovrapposizione tra le misure acquisite dalle due differenti strumentazioni, al fine di giudicare quali coppie di serie di dati potessero mostrare condizioni di "continuità" tali da poter effettuare analisi climatiche sull'intero periodo coperto dalle misure strumentali.

Dopo aver definito la metodologia con cui effettuare il confronto tra le due serie di dati, sono stati raccolti ed elaborati i valori giornalieri delle temperature minime e massime e quelli mensili delle precipitazioni. Tali dati sono stati reperiti presso gli uffici dell'ARPA Piemonte, sia in

formato digitale sia in formato cartaceo, richiedendo quindi la successiva digitalizzazione. Il periodo di sovrapposizione delle due serie di dati risulta, a seconda delle stazioni esaminate, di circa 13 anni, dal 1990 al 2003.

Si presentano le località prese in esame e si illustrano le metodologie utilizzate per confrontare le due serie di dati termometrici e pluviometrici.

2.1 LOCALITA' SCELTE PER IL CONFRONTO TRA LE MISURE DELLE DUE RETI METEOROLOGICHE

Per il confronto dei dati della rete ex-SIMN con quelli della rete ARPA Piemonte sono state individuate 26 località, in cui sono installate stazioni meteorologiche di entrambe le reti e di cui si ha a disposizione un periodo di sovrapposizione tra le misure (Tabella 2.1). Tutte le stazioni risultano dotate di uno strumento per la registrazione delle precipitazioni, ma non tutte sono fornite di uno strumento per la misura della temperatura: il confronto tra le due serie è stato svolto, quindi, in 26 località, per quanto riguarda i dati di precipitazione (Figura 2.1), e in sole 15 località, per la misura delle temperature (Figura 2.2).

Tabella 2.1 - Elenco delle località dotate di una stazione meteorologica ex-SIMN e una dell'ARPA Piemonte, per le quali è stato svolto il confronto tra le due serie di dati.

	<i>Località</i>	<i>Località dotate di misura pluviografica in entrambe le stazioni</i>	<i>Località dotate di misura termometrica in entrambe le stazioni</i>
1	Ala di Stura (TO)	X	X
2	Alagna Valsesia (VC)	X	X
3	Asti (AT)	X	X
4	Bardonecchia (TO)	X	
5	Biella (BI)	X	X
6	Boves (CN)	X	
7	Bra (CN)	X	X
8	Carcoforo (VC)	X	
9	Casale Monferrato (AL)	X	X
10	Ceresole Reale – Lago Serrù (TO)	X	
11	Cumiana (TO)	X	X
12	Lanzo (TO)	X	
13	Locana - L. Valsoera (TO)	X	X
14	Luserna S. Giovanni (TO)	X	X
15	Mondovì (CN)	X	
16	Oropa (BI)	X	X
17	Piedicavallo (BI)	X	X
18	Salbeltrand (TO)	X	
19	Sparone (TO)	X	
20	Susa (TO)	X	
21	Torino (TO)	X	X
22	Tricerro (VC)	X	
23	Usseglio - Malciaussia (TO)	X	X
24	Valprato Soana - Piamprato (TO)	X	
25	Varallo Sesia (VC)	X	X
26	Vercelli (VC)	X	X

Figura 2.1 - Località in cui è stato svolto il confronto dei dati di precipitazione tra la stazione meteorologica ex-SIMN e quella ARPA.

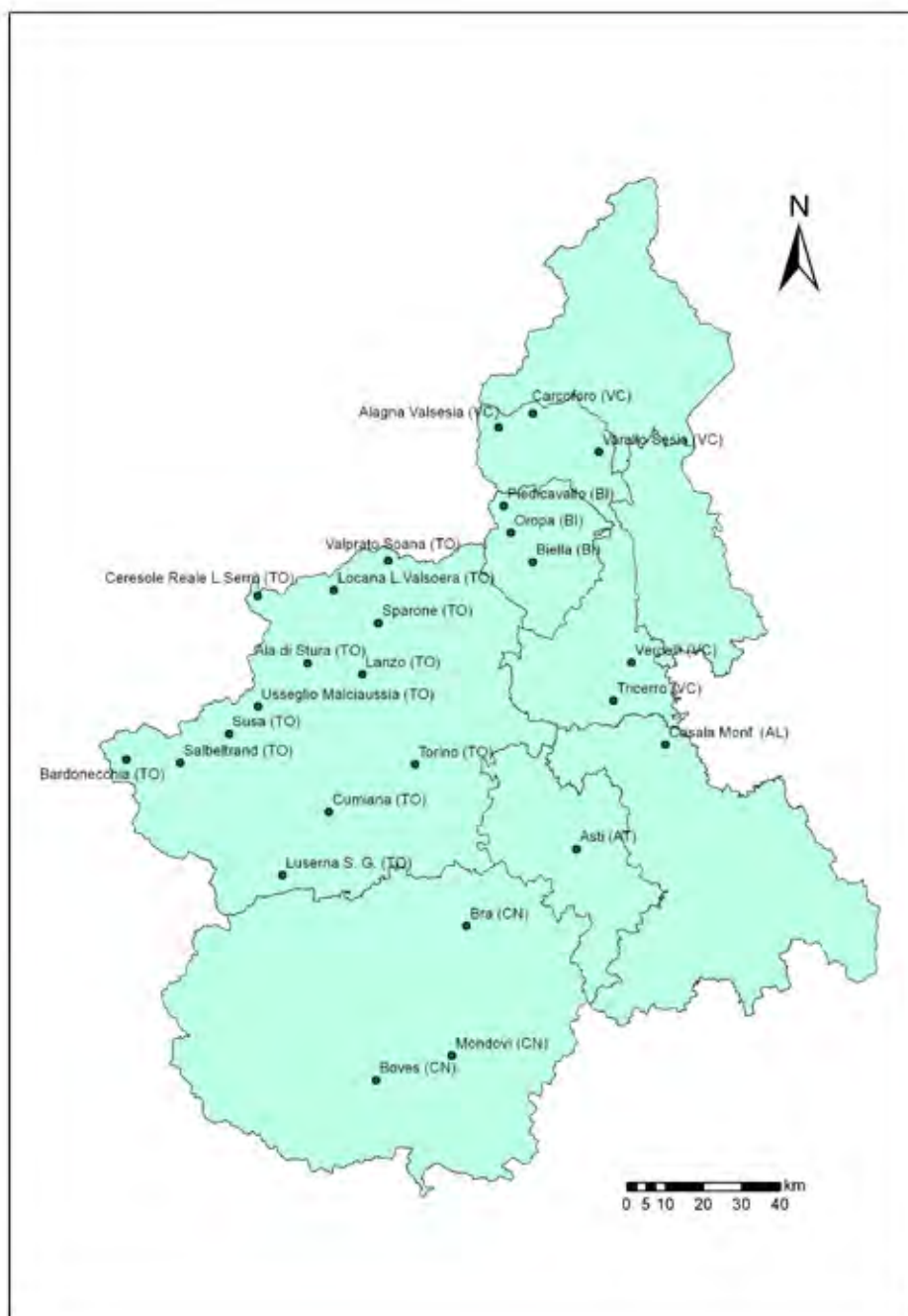
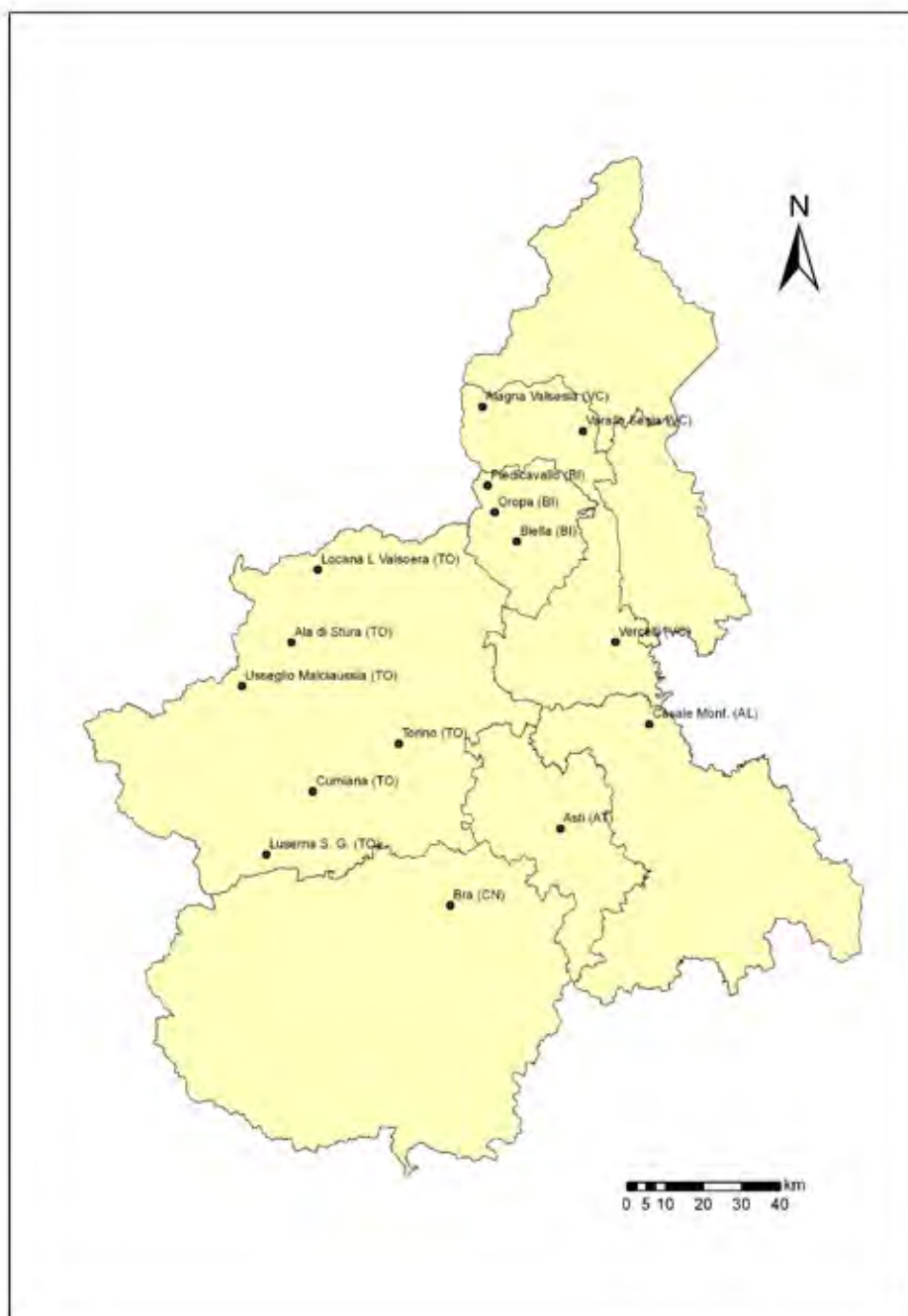


Figura 2.2 - Località in cui è stato svolto il confronto dei dati di temperatura tra la stazione meteorologica ex-SIMN e quella ARPA.



Per ciascuna località, si fornisce la descrizione delle stazioni delle due reti meteorologiche ubicandole tramite le coordinate geografiche, la quota, il Comune di appartenenza ed opportune cartografie; inoltre, si fornisce una descrizione e talvolta un'immagine fotografica degli strumenti e dei sensori utilizzati per il confronto. Per ciascuna coppia di stazioni presa in considerazione si riportano in opportune tabelle il periodo di sovrapposizione tra le misure pluviometriche e termometriche, la distanza tra di esse e la loro differenza di quota.

Le informazioni relative alle stazioni dell'ex-SIMN sono tratte da un inventario, redatto a seguito di un sopralluogo su tutte le stazioni della rete meteorologica, in cui, oltre alla descrizione dei sensori utilizzati, sono annotate le condizioni generali di manutenzione (SIMI, 1990). Le stazioni di tale rete meteorologica sono di tipo meccanico e richiedono la presenza di un rilevatore per la raccolta dei dati. Per la misura delle precipitazioni generalmente è presente un pluviografo (Modello UM 8100, marca SIAP) a bocca tarata da 1000 cmq; il sistema di registrazione è a bascula con sistema scrivente su carta diagrammabile settimanale. Tale sensore è situato in una cabina di

alluminio anodizzato, posta ad un'altezza di 2 metri, installata su un basamento in cemento armato. Questo strumento registra la pioggia col sistema della vaschetta ad altalena. Presenta grande precisione anche con forti precipitazioni, non è alterato da polvere o evaporazioni se non in misura trascurabile: la sua capacità di misura è illimitata. La pioggia raccolta da una bocca circolare di 1000 cm², viene addotta ad un distributore e da questo al bilancino, costituita da due vaschette che vengono alternativamente riempite dalla pioggia, provocando l'oscillazione di un giogo. Questo movimento attraverso un sistema a scappamento ed una camma con profilo a cuore, viene trasmesso ad un braccio scrivente. Ogni oscillazione della bilancia corrisponde a 20 g di acqua ed ogni scatto della penna rappresenta quindi 0,2 mm di pioggia.

Per la misura della temperatura, le stazioni dell'ex-SIMN sono dotate di un termometro a massima e a minima a mercurio, a lettura diretta, posizionato nell'apposita capannina meteorologica o, talvolta, fissato al muro di un edificio. Nella stazioni meteorologiche di Asti, Oropa e Vercelli, invece, sono installati termografi (modello TM 2600 o TM 2620, marca SIAP), che

permettono di ottenere una registrazione continua del variare della temperatura in funzione del tempo, su carta diagrammale. Ad ogni grado di variazione della temperatura corrisponde uno spostamento del pennino sul diagramma di 1,5 mm, oppure di 1 mm: di conseguenza il campo di misura è di 55 °C nel primo caso e di 80 °C nel secondo, con una precisione di $\pm 1\%$ su tutta la scala.

Le stazioni automatiche dell'Arpa Piemonte costituiscono una rete meteoidrografica in teletrasmissione in tempo reale, la cui realizzazione si è avviata nel 1988 e risulta oggi costituita da circa 360 stazioni di misura.

I sensori utilizzati nelle stazioni dell'ARPA Piemonte sono della ditta CAE. Per la misura delle precipitazioni è installato il pluviometro PMB2, in cui la bilancia, in acciaio inox, è appoggiata su supporti in materiale antifrizione (teflon); questo tipo di realizzazione permette una taratura accurata ed estremamente più stabile nel tempo rispetto alle tradizionali bilancie con appoggio a perno. Il trasduttore, di tipo magnetico con contatto reed sigillato, assicura un numero di operazioni praticamente illimitato. La bocca tarata, l'imbuto di raccolta ed il contenitore esterno sono realizzati in alluminio anodizzato, e

vengono montati su un robusto basamento di supporto realizzato in fusione di alluminio anodizzato. Il pluviometro ha le seguenti caratteristiche tecniche:

- risoluzione di 0,2 mm di pioggia;
- vaschetta basculante con appoggio a coltello;
- bocca di raccolta di 1000 cm²;
- contatto magnetico *reed*;
- campo di misura: 0 ÷ 300 mm/h;
- temperatura di lavoro: 0 ÷ 60 °C;
- ingombro: 358 × 584 cm;
- peso: 7 kg.

In alcune stazioni della rete ARPA Piemonte è presente il pluviometro riscaldato PMB2/R, che presenta le stesse caratteristiche del modello precedente ed è inoltre dotato di:

- riscaldatore termostato da 350 W con alimentazione in bassa tensione a 24 V;
- funzionamento fino a - 30 °C;
- ingombro: 400 × 548 cm;
- peso: 10,9 kg.

Per la misura della temperatura le stazioni dell'ARPA Piemonte sono dotate di termoigrometri TU20AS, di tipo completamente elettronico.

Lo schermo di alluminio anodizzato e verniciato di bianco con prodotti resistenti all'ingiallimento assicura la protezione dalla radiazione solare incidente e nel contempo garantisce un'adeguata ventilazione, in grado di consentire un'influenza trascurabile della radiazione solare. Talvolta è presente la versione schermata equipaggiata con il solo termometro (TA20AS).

Il termometro TU20AS possiede le seguenti caratteristiche tecniche:

- elemento sensibile: PT100 1/3 Din;
- risoluzione: $<0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- precisione: $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ su tutta la scala;
- influenza della radiazione solare incidente: $<0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- contenitore: alluminio verniciato;
- ingombro: $280 \times 250\text{ mm}$;
- peso: $1,2\text{ kg}$;

campo di misura: $-40 \div +60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Il termometro TA20AS possiede le seguenti caratteristiche tecniche:

- elemento sensibile: PT100 Cl. A;
- risoluzione: $<0,02\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- precisione: $0,27\text{ }^{\circ}\text{C}$ su tutta la scala;
- influenza della radiazione

solare incidente: $<0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$;

- contenitore: alluminio verniciato;
- ingombro: $280 \times 250\text{ mm}$;
- peso: $1,2\text{ kg}$;
- campo di misura: $-40 \div +60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2 METODI DI ANALISI E DI CONFRONTO DEI DATI TERMOMETRICI

Sono state prese in considerazione le serie dei dati giornalieri di temperatura massima e minima; tramite la media aritmetica degli estremi giornalieri sono state ricavate le serie dei dati giornalieri di temperatura media.

I dati di temperatura dell'ex-SIMN e quelli dell'ARPA provengono da strumenti e procedimenti di registrazione diversi.

Nella quasi totalità delle stazioni meteorologiche prese in considerazione, appartenenti all'ex-SIMN, erano installati termometri a mercurio, a lettura diretta: era, dunque, il rilevatore ad occuparsi della lettura e della trascrizione manuale dei valori osservati. In tre delle stazioni analizzate erano presenti termografi, che registrano i valori di temperatura su diagrammi cartacei, venivano ritirati e letti con cadenza settimanale, richiedendo anche in questo caso la trascrizione manuale dei valori. Solo successivamente i valori registrati dalle stazioni dell'ex-SIMN sono stati inseriti in una banca dati in formato digitale, utilizzata per questo studio. Essi possono essere soggetti a due tipi di errori: il primo causato dalla errata lettura del dato o sul

termometro o sul diagramma cartaceo e dal conseguente procedimento di trascrizione manuale; l'altro può incorrere nel processo di trasformazione del valore, dal formato cartaceo a quello informatico.

Le serie dei dati dell'ARPA Piemonte, derivando da stazioni automatiche in teletrasmissione, non sono soggette a errori di trascrizione. Possono, invece, contenere errori di acquisizione, individuati generalmente tramite un controllo automatico, che attribuisce a ciascun valore un codice, denominato flag di validazione.

Per eliminare eventuali dati scorretti è stato verificato che le differenze tra temperatura massima e minima giornaliera, in ciascuna serie, non assumessero valori inferiori o uguali allo zero. In tal caso i dati di quei giorni venivano eliminati da entrambe le serie.

Ovviamente, per normalizzare le due serie è stato necessario prima eliminare i giorni con dato registrato solo in una serie.

Sono state elaborate e confrontate tra loro le serie normalizzate di dati relative alle temperature massime, minime e medie, tramite i fogli elettronici di excel e il software R, specifico per le analisi statistiche.

Per ciascuna stazione si è

proceduto al calcolo delle differenze tra i valori delle due serie, quella dell'ex-idrografico e quella dell'ARPA, nel seguente modo:

$T_{\max} \text{ ex-SIMN (giornaliera)} - T_{\max} \text{ ARPA (giornaliera)} = \text{serie delle differenze delle } T_{\max}$

$T_{\min} \text{ ex-SIMN (giornaliera)} - T_{\min} \text{ ARPA (giornaliera)} = \text{serie delle differenze delle } T_{\min}$

$T_{\text{med}} \text{ ex-SIMN (giornaliera)} - T_{\text{med}} \text{ ARPA (giornaliera)} = \text{serie delle differenze delle } T_{\text{med}}$

Le serie ottenute tramite il calcolo delle differenze possiedono una distribuzione di tipo normale o di Gauss. Al fine di eliminare l'influenza dei valori estremi in ciascuna delle tre serie delle differenze, è stato considerato il 95% dei valori di ciascuna distribuzione; si tratta dei valori che risultano compresi tra compresi tra il valore medio della distribuzione ± 2 deviazioni standard.

Sulle nuove serie di dati, prive dei valori estremi, sono stati applicati i seguenti metodi di verifica delle ipotesi statistiche: il test di Student o T test e il test di Kolmogorov-Smirnov.

Il test di Student è un test parametrico: si può applicare nel caso di piccoli campioni estratti da

popolazioni a distribuzione normale e rappresenta un test sul valor medio o sulla differenza tra due valori medi. L'ipotesi che si vuole verificare è che i due campioni derivino da popolazioni aventi la stessa media.

Il test di Kolmogorov-Smirnov appartiene alla categoria dei test non parametrici, che possono essere applicati anche quando la distribuzione di probabilità della popolazione non è nota; si utilizzano criteri che si basano solamente sui dati del campione e prescindono dalla conoscenza della distribuzione di probabilità della popolazione. Il test di Kolmogorov-Smirnov si applica per verificare l'omogeneità di due campioni statistici. Due campioni sono considerati omogenei quando sono rappresentativi della stessa popolazione.

Per ciascuna località è stato calcolato il coefficiente di correlazione tra le due serie di dati giornalieri.

Conclusa l'analisi sui dati giornalieri, si è proceduto al calcolo dei dati mensili, annuali e stagionali per temperature massime, minime e medie delle due serie di dati. Nel raggruppare i dati a livello mensile si è prestata attenzione ad avere per ogni mese almeno l'80% dei dati giornalieri, altrimenti il mese veniva considerato mancante (Klein Tank

et al., 2002). Lo stesso metodo è stato utilizzato nel calcolo dei dati stagionali e annuali.

I dati mensili, annuali e stagionali delle temperature massime, minime e medie dell'ex-Iidrografico e dell'ARPA sono stati posti a confronto utilizzando opportune rappresentazioni grafiche. Inoltre, come per i dati giornalieri, si è proceduto al calcolo delle differenze tra i valori delle due serie, nel seguente modo:

$T_{\max} \text{ ex-SIMN (mensile)} - T_{\max} \text{ ARPA (mensile)}$

$T_{\min} \text{ ex-SIMN (mensile)} - T_{\min} \text{ ARPA (mensile)}$

$T_{\text{med}} \text{ ex-SIMN (mensile)} - T_{\text{med}} \text{ ARPA (mensile)}$

$T_{\max} \text{ ex-SIMN (annuale)} - T_{\max} \text{ ARPA (annuale)}$

$T_{\min} \text{ ex-SIMN (annuale)} - T_{\min} \text{ ARPA (annuale)}$

$T_{\text{med}} \text{ ex-SIMN (annuale)} - T_{\text{med}} \text{ ARPA (annuale)}$

$T_{\max} \text{ ex-SIMN (stagionale)} - T_{\max} \text{ ARPA (stagionale)}$

$T_{\min} \text{ ex-SIMN (stagionale)} - T_{\min} \text{ ARPA (stagionale)}$

$T_{\text{med}} \text{ ex-SIMN (stagionale)} - T_{\text{med}} \text{ ARPA (stagionale)}$

Sono stati calcolati i coefficienti di correlazione tra le due serie, a livello mensile, annuale e stagionale.

2.3 METODI DI ANALISI E DI CONFRONTO DEI DATI PLUVIOMETRICI

2.3.1. Dati di precipitazione (mm)

I dati di precipitazione dell'ex-SIMN e dell'ARPA vengono registrati con strumenti e procedimenti diversi, come già evidenziato a proposito della misura della temperatura.

I pluviografi dell'ex-SIMN registravano i dati di precipitazione su diagrammi cartacei, ritirati e letti con cadenza settimanale; anche in questo caso, dunque, la trascrizione dei dati dal diagramma cartaceo, al valore numerico cartaceo e infine al formato digitale, può causare modifiche che si aggiungono agli errori di acquisizione. I dati dell'ARPA, invece, non sono soggetti a errori di trascrizione, ma soltanto ad eventuali errori di acquisizione.

Il confronto tra i valori di precipitazione delle due serie non è stato effettuato sui dati giornalieri, per cui non è stata

utilizzata la stessa metodologia applicata per i dati di temperatura. Si è preferito, in accordo con la letteratura scientifica nazionale (Biancotti & Mercalli, 1990) e internazionale (Wijngard et alii, 2003), confrontare i totali mensili di precipitazione, per ovviare al fatto che il valore di precipitazione giornaliera è spesso nullo, essendo la pioggia una grandezza discontinua.

Dopo aver eliminato da entrambe le serie i giorni con dati incompleti (rilevati solo da una delle due stazioni), si è proceduto al calcolo delle somme a livello mensile. Sono stati presi in considerazione soltanto i mesi con la registrazione di almeno l'80% dei dati giornalieri (Klein Tank et al., 2002).

Le serie di piogge mensili così ottenute sono state confrontate in opportuni diagrammi e tramite alcune elaborazioni statistiche.

Sono state, inoltre, rappresentate con opportuni grafici, le serie dei rapporti tra la pioggia mensile misurata dalla stazione ex-SIMN e quella misurata dalla stazione ARPA, per individuare il range in cui si distribuisce questa grandezza e determinare le eventuali variazioni nel tempo che possono essere avvenute durante il periodo analizzato.

Dopo aver osservato la

distribuzione delle due serie di dati e della serie dei loro rapporti, è stato svolto un controllo dei valori, al fine di applicare nel migliore dei modi alcuni test statistici utili al confronto delle due grandezze. Dalle serie dei valori di precipitazione sono stati eliminati i dati mensili che risultano inferiori al valore 1, che fornirebbero risultati errati nel calcolo dei rapporti; si tratta comunque di dati poco frequenti. Alla serie dei rapporti è stato applicato un ulteriore controllo: si è ritenuto opportuno escludere le code della distribuzione, individuando come soglie i valori dei quantili 0,02 e 0,98. Questo procedimento permette di eliminare i valori estremi della serie, che possono derivare dall'errata registrazione di uno dei due strumenti. Individuati i mesi in cui i valori di precipitazione misurati dai due strumenti differiscono notevolmente uno dall'altro, sono stati ricontrollati i dati giornalieri, per verificare se l'elevata differenza di misurazione a livello mensile possa essere attribuita ad una particolare misurazione giornaliera. Dove possibile, dunque, questo controllo ha permesso di eliminare soltanto alcuni dati giornalieri di dubbia validità, riuscendo a reinserire il dato mensile che, in base alla precedente analisi dei quantili, era da considerarsi mancante.

Ovviamente, l'eliminazione dei dati giornalieri è stata condotta sempre facendo attenzione ad avere un totale di almeno 80% dei dati giornalieri.

Sulle due serie dei dati mensili di precipitazione così ottenute, sono stati calcolati alcuni parametri statistici e applicati vari test, al fine di verificare se la serie dei dati di precipitazione dell'ex-idrografico e quella dell'ARPA Piemonte potessero essere considerate equivalenti, ossia se dal punto di vista statistico risultassero campioni appartenenti alla stessa popolazione. La correlazione tra le due serie di dati è stata verificata sia attraverso la rappresentazione grafica dei dati sia attraverso l'applicazione dei test statistici di Student e di Kolmogorov-Smirnov. La corretta applicazione dei test statistici ha richiesto la presenza di almeno tre anni di sovrapposizione tra le misure dei due differenti strumenti; è stato, infatti, verificato, che i trentasei valori, corrispondenti ai valori mensili registrati in tre anni, risultano il numero minimo di dati necessario per la corretta applicazione dei test statistici utilizzati.

Concluso il confronto tra i dati mensili di precipitazione, i dati sono stati raggruppati a livello stagionale e annuale. Varie rappresentazioni grafiche mettono

in evidenza le differenze e le analogie tra le due serie, di cui si calcolano i coefficienti di correlazione. Anche per precipitazioni annuali e stagionali, sono stati calcolati i rapporti tra le due serie:

2.3.2. Giorni piovosi e classi di intensità di precipitazione

A completamento dell'analisi sui dati di precipitazione sono stati calcolati i giorni di pioggia. Si intende per giorno piovoso quello in cui è caduto almeno 1 mm di pioggia (Peguy, 1970). Anche in questo caso il calcolo è svolto su base mensile, ottenendo due serie di dati mensili da mettere a confronto. Si è proceduto alla rappresentazione grafica dei dati e successivamente all'analisi statistica. Sono state calcolate le differenze tra le due serie, nel seguente modo:

$$\text{diff GP (mese)} = \text{giorni piovosi ex-SIMN (mese)} - \text{giorni piovosi ARPA (mese)}$$

Supponendo che la serie delle differenze ottenute si distribuisca secondo la curva gaussiana, gli estremi sono stati eliminati verificando che il valore ottenuto dalla differenza dei giorni piovosi

fosse compreso tra i due seguenti valori:

Valore medio (diff GP) - 2 * deviazione standard (diff GP)

Valore medio (diff GP) + 2 * deviazione standard (diff GP)

I valori estremi che cadono fuori da due deviazioni standard sono stati eliminati e sulla nuova serie di dati sono stati applicati i test statistici di Student e di Kolmogorov-Smirnov.

Il confronto tra i giorni di pioggia può essere affrontato anche a livello annuale e stagionale, seguendo la stessa metodologia:

diff GP (anno) = giorni piovosi ex-SIMN (anno) - giorni piovosi ARPA (anno)

diff GP (stagione) = giorni piovosi ex-SIMN (stagione) - giorni piovosi ARPA (stagione)

Un ulteriore approfondimento è dato dalla scomposizione delle precipitazioni medie mensili in funzione dell'intensità giornaliera (Peguy, 1970): il metodo consiste nel calcolare il totale delle precipitazioni registrate prendendo ogni volta in considerazione soltanto quelle superiori o uguali ad un'intensità

giornaliera prefissata. Le classi di intensità giornaliera utilizzate sono:

- Classe 1: precipitazioni comprese tra 1 mm e 5 mm
- Classe 2: precipitazioni comprese tra 5,1 mm e 10 mm
- Classe 3: precipitazioni comprese tra 10,1 mm e 20 mm
- Classe 4: precipitazioni comprese tra 20,1 mm e 40 mm
- Classe 5: precipitazioni superiori a 40 mm

I dati di precipitazione mensile, stagionale e annuale sono stati scomposti in classi di intensità giornaliera e i risultati ottenuti per la serie di dati dell'ex-idrografico e per la serie dell'ARPA sono stati confrontati tra loro.

3. RISULTATI

Si riportano, in forma tabellare e riassuntiva, i risultati ottenuti dal confronto tra le serie di temperatura e di precipitazione, acquisite dalle due differenti reti meteorologiche installate sul territorio piemontese (cfr. Cap. 2).

3.1 CONFRONTO DEI DATI DI TEMPERATURA

L’analisi dei dati di temperatura ha mostrato che in tutte le località esistono delle differenze

statisticamente significative tra i valori delle due serie. In tutti i casi, infatti, le applicazioni del test di Student e del test di Kolmogorov-Smirnov hanno fornito risultati inferiori al valore di 0,50 (Tabella 3.1), stabilito come soglia; è stato verificato, infatti, che risultati inferiori a 0,50 si ottengono nel caso in cui le serie poste a confronto sono statisticamente diverse tra loro e derivano da popolazioni differenti.

Il coefficiente di correlazione risulta quasi sempre elevato, superiore al valore di 0,90 (Tabella 3.1), indicando una buona correlazione tra le due serie, determinata dal fatto che, nonostante le differenze tra i valori, entrambe le serie possiedono lo stesso andamento, poiché le stazioni registrano contemporaneamente un aumento o

Tabella 3.1
Risultati ottenuti dal confronto tra le due serie giornaliere delle temperature massime.
In verde sono evidenziate le località in cui la misura di temperatura dell’ex-SIMN è risultata superiore a quella dell’ARPA, in rosa i casi contrari. I valori in rosso costituiscono la minima e la massima differenza ottenute.

Località	TEMPERATURE MASSIME			
	Diff [(ex-SIMN)-ARPA] (°C)	T-test	K-test	Coeff corr
Ala di Stura (TO)	0,28	<0,01	<0,01	0,91
Alagna Valsesia (VC)	0,03	0,01	0,03	0,88
Asti (AT)	-0,41	<0,01	0,05	0,99
Biella (BI)	-0,33	<0,01	0,53	0,98
Bra T1 (CN)	1,8	<0,01	<0,01	0,99
Bra T2(CN)	0,6	<0,01	0,12	0,99
Casale Monferrato (AL)	0,51	<0,01	<0,01	0,99
Cumiana (TO)	-1,21	<0,01	<0,01	0,98
Locana – L. Valsoera (TO)	0,05	0,4	<0,01	0,8
Lusema S. G. (TO)	-0,7	<0,01	<0,01	0,96
Oropa (BI)	-0,52	<0,01	0,02	0,87
Piedicavallo (VC)	1,95	<0,01	<0,01	0,97
Torino (TO)	-0,67	<0,01	<0,01	0,99
Usseglio -Malciaussia (TO)	-0,09	0,39	0	0,88
Varallo Sesia (VC)	0,5	<0,01	<0,01	0,97
Vercelli (VC)	-1,01	<0,01	<0,01	0,99

una diminuzione di temperatura.

3.1.1. Confronto tra le serie di dati termometrici giornalieri

Per le temperature massime giornaliere si sono verificati 8 casi su 16 totali, in cui la temperatura media massima dell'ex-SIMN ha assunto valore maggiore di quella dell'ARPA (Tabella 3.1, valori evidenziati in verde). Si tratta delle località di Ala di Stura, Alagna Valsesia, Bra (per entrambe le coppie di termometri confrontati,

dell'ARPA a superare quello dell'ex-SIMN (Tabella 3.1, valori evidenziati in rosa).

Si è ottenuto, dunque, un perfetto equilibrio tra le stazioni dei due differenti enti: infatti, per otto stazioni è lo strumento dell'ex-SIMN a misurare una temperatura massima più elevata, per le restanti otto avviene il contrario (Tabella 3.1).

Il valore più elevato risultante dalle serie delle differenze è stato riscontrato nella località di Piedicavallo e corrisponde a 1,95 °C

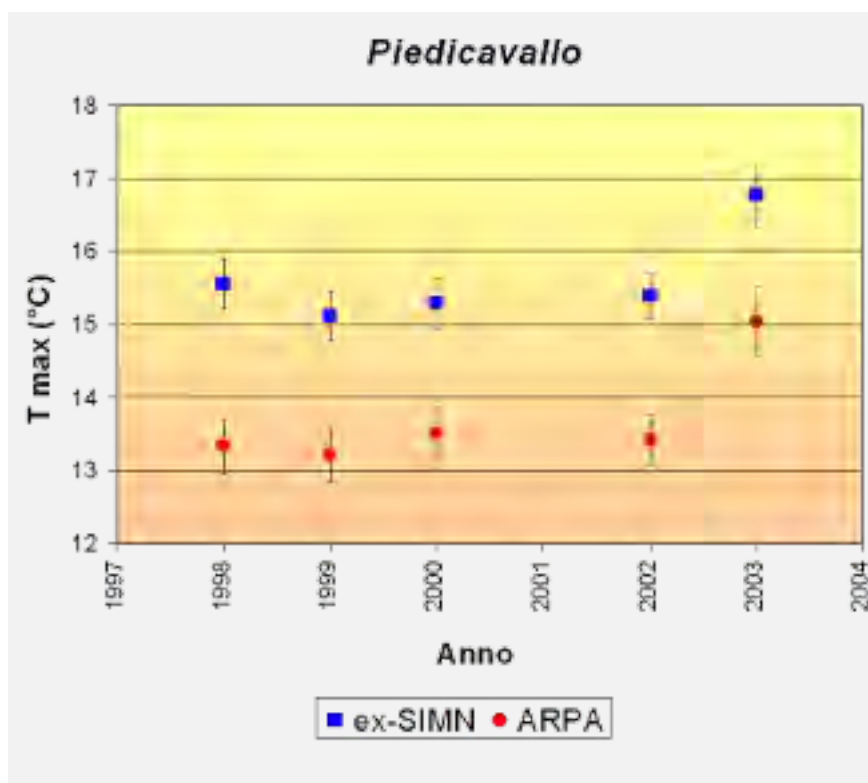


Figura 3.1

Temperature medie massime annuali di Piedicavallo, località in cui è stata ottenuta la massima differenza tra le temperature massime giornaliere dei due strumenti.

dal momento che la stazione ARPA è dotata di due termometri, T1 e T2, posti a poca distanza l'uno dall'altro), Casale Monferrato, Locana, Piedicavallo e Varallo Sesia.

Nelle restanti 8 località (Asti, Biella, Cumiana, Luserna S. Giovanni, Oropa, Torino, Usseglio – Malciaussia, Vercelli) è il valore

(Figura 3.1); la differenza minima si è ottenuta per le stazioni di Alagna Valsesia, pari a 0,03 °C, ma il confronto si limita solo a un anno di misurazioni. Risulta, dunque, più significativo il risultato ottenuto nel confronto tra le stazioni della località di Locana, presso il Lago di Valsoera, per le quali la differenza

media risulta di 0,05 °C (Figura 3.2). Per le restanti località le differenze sono comprese tra 0,09 °C e 1,80 °C.

Per le temperature minime si sono verificati otto casi su sedici (Ala di Stura, Alagna Valsesia, Asti, Luserna S. G., Oropa, Torino, Varallo Sesia, Vercelli) in cui la temperatura media minima dell'ex-SIMN ha assunto valore maggiore di quella dell'ARPA (Tabella 3.2, valori evidenziati in verde).

Nei restanti otto casi (Biella, Bra T1, Bra T2, Casale Monferrato,

riscontrata per le temperature massime.

Il valore più elevato della serie delle differenze è stato riscontrato nella località di Luserna San Giovanni e corrisponde a 3,95 °C (Figura 3.3); anche a Varallo Sesia la differenza è particolarmente elevata, raggiungendo il valore di 2,44 °C. La minima differenza tra i due strumenti, invece, è stata calcolata per le stazioni poste a Locana nei pressi del Lago Valsoera ed è di 0,02 °C (Figura 3.4). Per le restanti

Tabella 3.2

Risultati ottenuti dal confronto tra le due serie giornaliere delle temperature minime.
In verde sono evidenziate le località in cui la misura di temperatura dell'ex-SIMN è risultata superiore a quella dell'ARPA, in rosa i casi contrari. I valori in rosso costituiscono la minima e la massima differenza ottenute.

Località	TEMPERATURE MINIME			
	Diff [(ex-SIMN)-ARPA] (°C)	T-test	K-test	Coeff corr
Ala di Stura (TO)	1,8	<0,01	<0,01	0,95
Alagna Valsesia (VC)	0,54	<0,01	0,03	0,95
Asti (AT)	0,35	<0,01	0,03	0,99
Biella (BI)	-1,08	<0,01	0,06	0,98
Bra T1 (CN)	-0,3	<0,01	0,45	0,99
Bra T2(CN)	-0,3	<0,01	0,45	0,99
Casale Monferrato (AL)	-1,23	<0,01	<0,01	0,99
Cumiana (TO)	-0,29	<0,01	<0,01	0,97
Locana – L. Valsoera (TO)	-0,02	0,3	<0,01	0,95
Luserna S. G. (TO)	3,95	<0,01	<0,01	0,96
Oropa (BI)	0,6	<0,01	<0,01	0,59
Piedicavallo (VC)	-0,19	<0,01	<0,01	0,98
Torino (TO)	0,89	<0,01	<0,01	0,99
Usseglio -Malciaussia (TO)	-1,8	<0,01	<0,01	0,95
Varallo Sesia (VC)	2,44	<0,01	<0,01	0,97
Vercelli (VC)	0,52	<0,01	<0,01	0,99

Cumiana, Locana-L. Valsoera, Piedicavallo, Usseglio-Malciaussia) è il valore dell'ARPA a superare quello dell'ex-SIMN (Tabella 3.2, valori evidenziati in rosa).

Si è ottenuta, dunque, una situazione del tutto simile a quella

località i valori variano tra 0,19 °C e 1,80 °C, un range del tutto simile a quello ottenuto per le temperature massime giornaliere.

Solo in sei località (Ala di Stura, Alagna Valsesia, Biella, Cumiana,

Figura 3.2
Temperature medie massime annuali di Locana, località in cui è stata riscontrata la differenza minima tra le temperature massime giornaliere dei due strumenti.

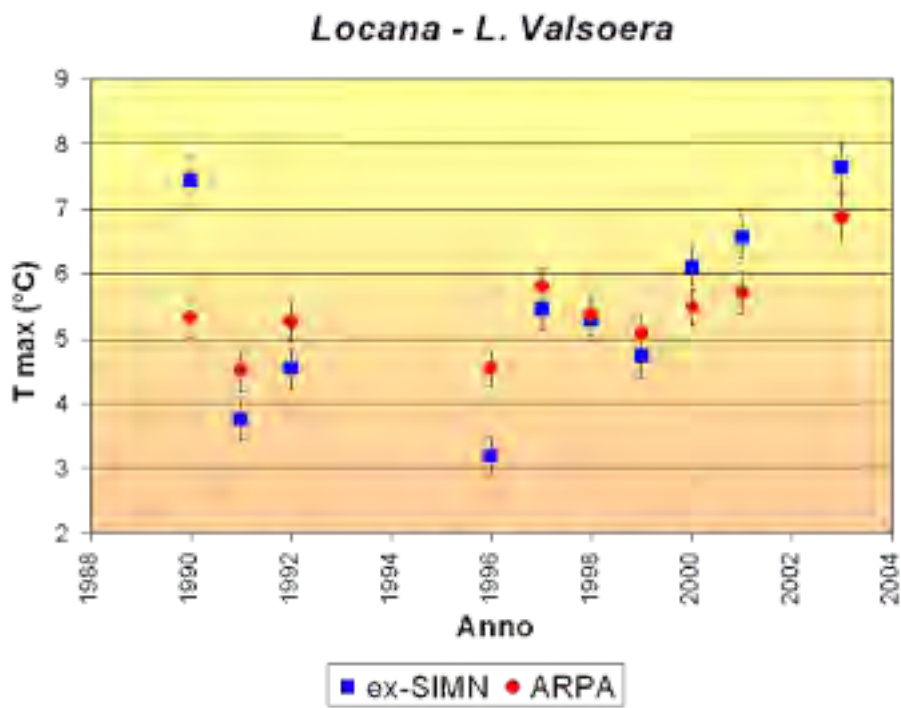


Tabella 3.3
Percentuali dei casi in cui gli strumenti dell'ex-SIMN e quelli dell'ARPA hanno misurato gli stessi valori di temperatura massima o minima (in giallo le percentuali maggiori), e dei casi in cui le misure dello strumento dell'ex-SIMN sono risultate inferiori o superiori rispetto agli strumenti dell'ARPA.

Località	TEMPERATURE MASSIME			TEMPERATURE MINIME		
	ex-SIMN = ARPA (%)	ex-SIMN > ARPA (%)	ex-SIMN < ARPA (%)	ex-SIMN = ARPA (%)	ex-SIMN > ARPA (%)	ex-SIMN < ARPA (%)
Ala di Stura (TO)	1	53	46	1	86	13
Alagna Valsesia (VC)	3	58	39	2	68	30
Asti (AT)	4	29	67	4	67	29
Biella (BI)	3	40	57	1	16	83
Bra (CN) T1	2	90	8	3	15	82
Bra (CN) T2	5	75	20	6	20	74
Casale Monferrato (AL)	5	68	27	4	8	88
Cumiana (TO)	0	19	81	0	45	55
Locana – L. Valsoera (TO)	1	48	51	4	45	51
Lusema S. G. (TO)	2	34	64	0	98	2
Oropa (BI)	3	33	64	7	74	19
Piedicavallo (VC)	2	92	6	4	39	57
Torino (TO)	3	24	73	2	75	23
Usseglio-Malciaussia (TO)	0	51	49	1	13	86
Varallo Sesia (VC)	3	65	32	1	95	4
Vercelli (VC)	2	7	91	4	65	31

Usseglio-Malciaussia e Varallo Sesia) si è ottenuta una concordanza tra le registrazioni delle temperature massime e minime, ossia è stato riscontrato che per entrambe le temperature estreme, è lo strumento dello stesso Ente che misura un valore maggiore dell'altro. In questi casi, la differenza di misurazione è risultata imputabile alla diversa collocazione geografica degli strumenti. Infatti, nelle località di Alagna Valsesia, Asti, Luserna S. Giovanni e Varallo Sesia un termometro è posto nelle vicinanze di un centro abitato, mentre l'altro risulta posizionato in un luogo più aperto.

Nella località di Usseglio la stazione dell'ex-SIMN è posizionata nelle vicinanze del Lago di Malciaussia e misura temperature più basse della stazione dell'ARPA, posta a maggiore distanza dal lago, sia per quanto riguarda le temperature massime che quelle minime.

Per alcune località la differenza nella misura delle temperature è esclusivamente dovuta alle differenti strumentazioni utilizzate, poiché le stazioni meteorologiche sono a poca distanza l'una dall'altra e presentano le stesse condizioni geografiche. Questo avviene nelle località di Ala di Stura, Biella, Bra, Casale Monferrato, Oropa, Piedicavallo, Torino e Vercelli.

Infine, nella località di Cumiana, i due strumenti sono distanti tra loro, ma non si individua una causa geografica che ne giustifichi la costante differenza.

Per ciascuna località si riporta la percentuale di casi in cui la

temperatura giornaliera dell'ex-SIMN è risultata uguale a quella registrata dall'ARPA, la percentuale in cui è risultata superiore e quella in cui è risultata inferiore, sia nel caso delle temperature minime che di quelle massime (Tabella 3.3). I risultati sono rappresentati in forma grafica, attraverso diagrammi a torta (Figure 3.5a, 3.5b, 3.5c, 3.5d). Si osserva che i casi in cui i dati delle due serie risultano uguali, raggiungono percentuali estremamente basse, a conferma del fatto che le due serie di temperature non possono essere considerate equivalenti una all'altra in nessuna delle località analizzate; tali percentuali, infatti, raggiungono il valore massimo del 5% per le temperature massime e del 7% per le minime. I casi di maggiore equivalenza tra le temperature dei due strumenti (evidenziate in giallo in Tabella 3.3) si riferiscono alle località di Bra e Casale Monferrato, per le temperature massime, e di Bra e Oropa, per le temperature minime. Si tratta di località in cui i termometri sono posti a una distanza minima l'uno dall'altro. Nonostante questo, l'equivalenza tra le misure è minima e i test statistici confermano che non possono essere considerate la stessa serie.

3.1.2. Confronto tra le serie di dati termometrici stagionali

Le considerazioni svolte a proposito dei dati giornalieri di temperatura trovano conferma con l'approfondimento dei risultati derivanti dal confronto tra i dati

Figura 3.3
Temperature medie minime annuali di Luserna S. Giovanni, località in cui è stata ottenuta la massima differenza tra le temperature minime giornaliere dei due strumenti.

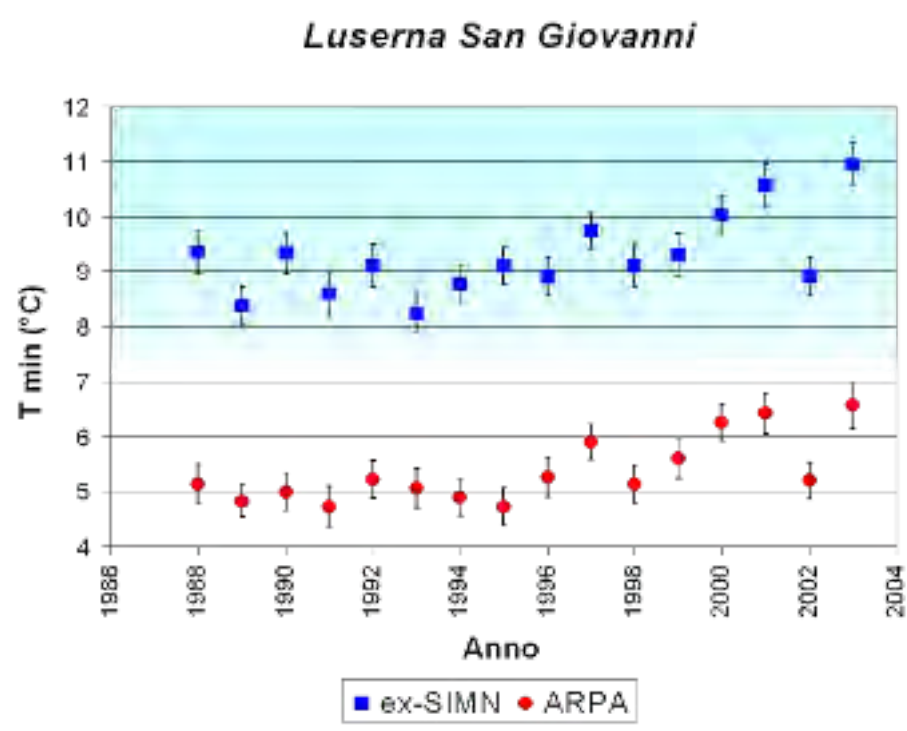
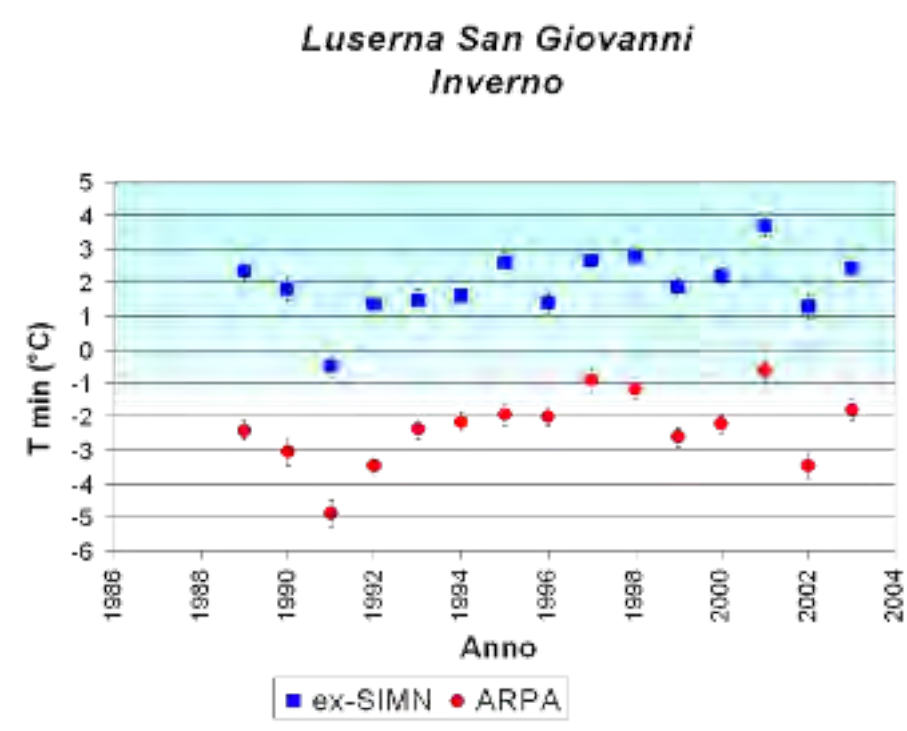


Figura 3.4
Temperature medie minime annuali di Locana, presso il Lago Valsoera, località in cui è stata ottenuta la minima differenza tra le temperature minime giornaliere dei due strumenti.



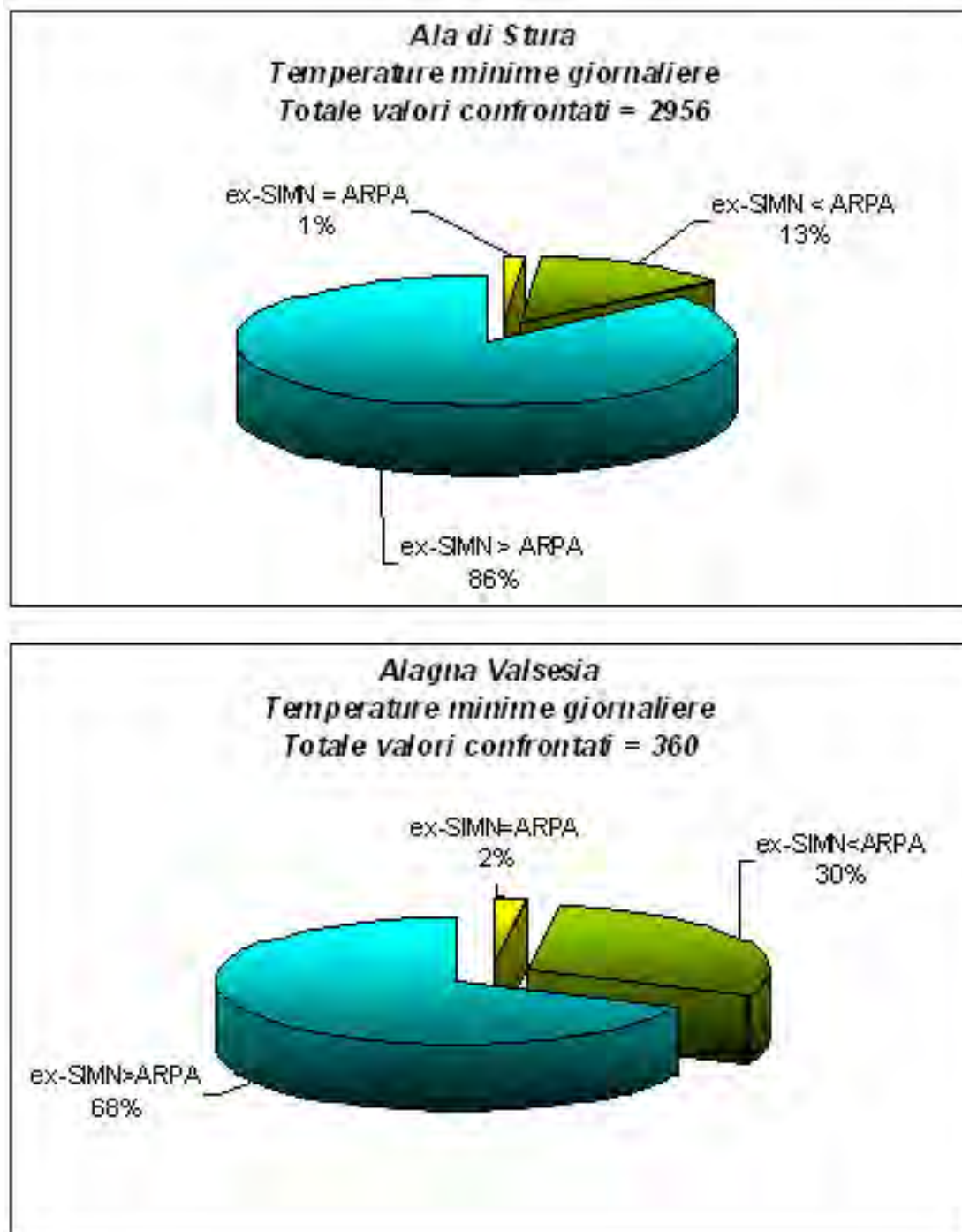
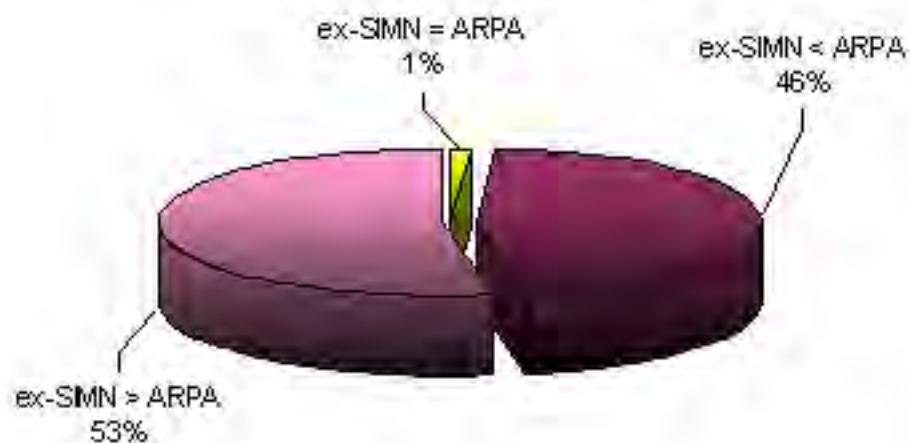


Figure 3.5 e pag. succ.

Rappresentazione in forma grafica dei risultati riportati in Tabella 3.2.

Ala di Stura
Temperature massime giornaliere
Totale valori confrontati = 2957



Alagna Valsesia
Temperature massime giornaliere
Totale valori confrontati = 360



Figura 3.6
Temperature medie massime della stagione invernale di Piedicavallo, località in cui è stata ottenuta la massima differenza tra le temperature massime stagionali dei due strumenti.

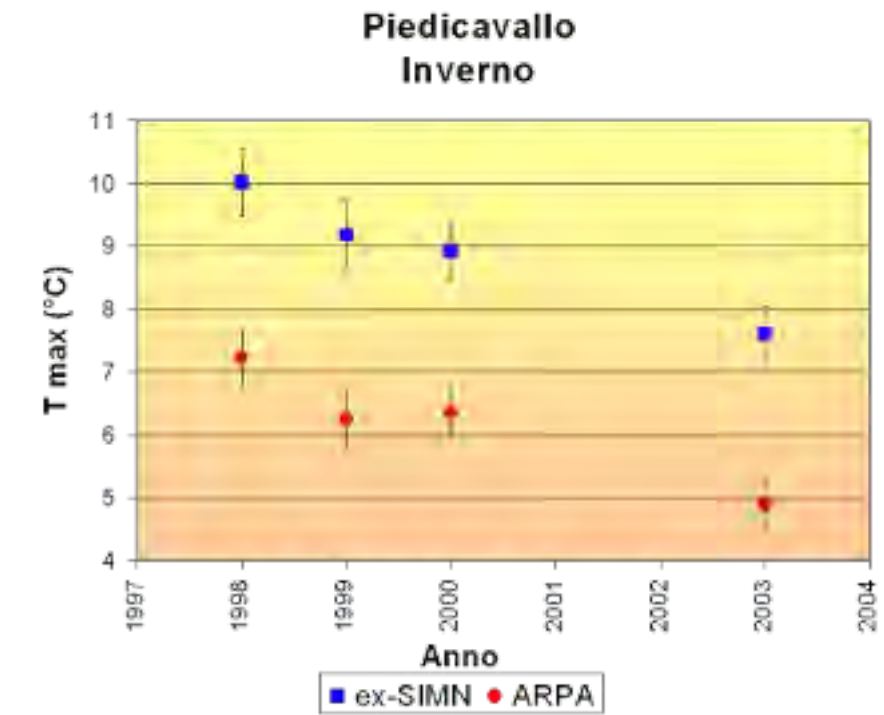


Figura 3.7
Temperature medie massime della stagione primaverile di Oropa, località in cui è stata ottenuta la minima differenza tra le temperature massime stagionali dei due strumenti.

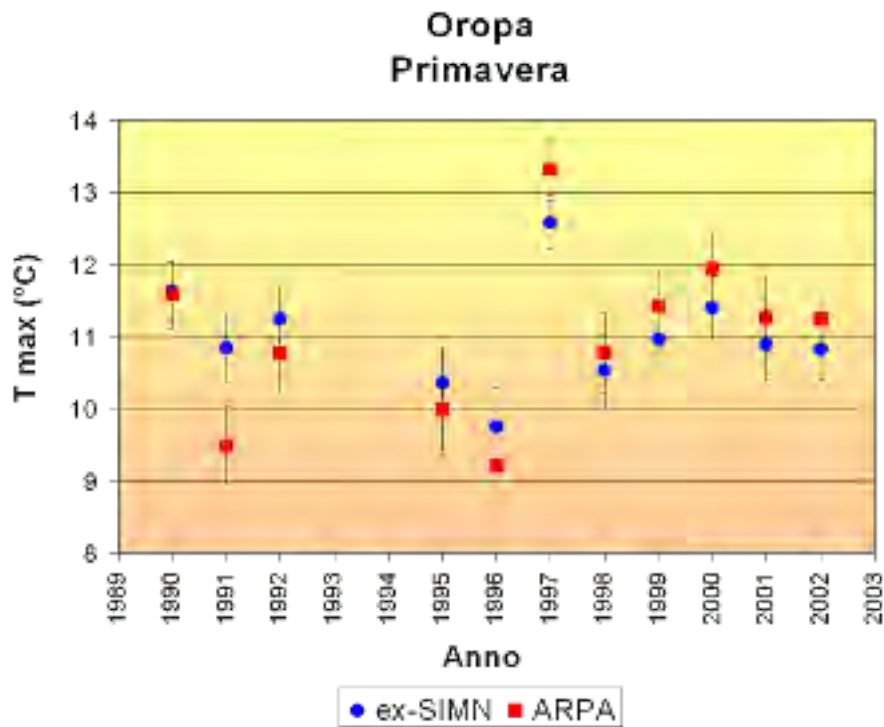


Figura 3.8
Temperature medie minime della stagione invernale di Luserna S. Giovanni, località in cui è stata ottenuta la massima differenza tra le temperature minime stagionali dei due strumenti.

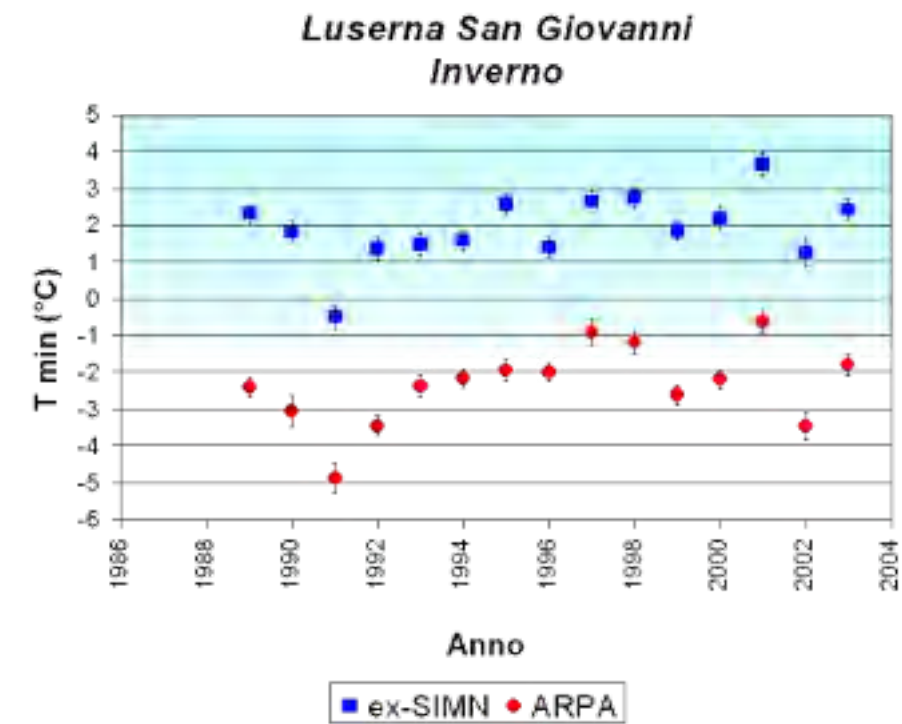


Figura 3.9
Temperature medie minime della stagione primaverile di Locana, località in cui è stata ottenuta la minima differenza tra le temperature minime stagionali dei due strumenti.

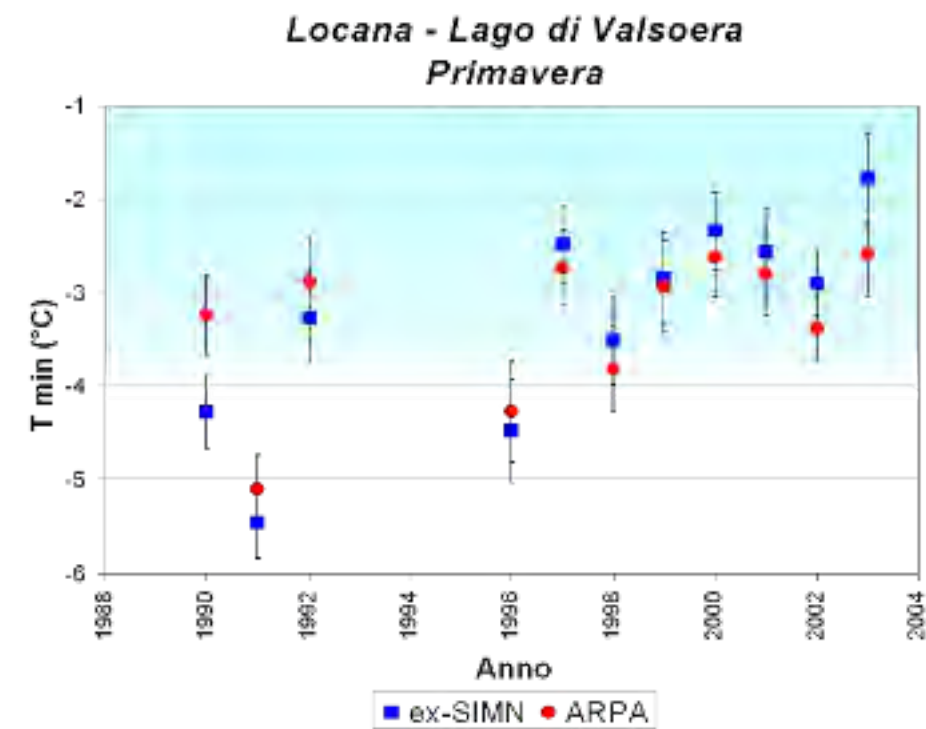


Tabella 3.4

Risultati ottenuti dal confronto tra le due serie delle temperature massime stagionali. In rosa è evidenziata la differenza massima ottenuta e in verde la minima.* Dati non mediati: si ha a disposizione un solo valore stagionale.

TEMPERATURE MASSIME	INVERNO		PRIMAVERA		ESTATE		AUTUNNO	
Località	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr
Ala di Stura (TO)	0,3	0,61	-0,1	0,69	0,8	0,61	0,3	0,89
Alagna Valsesia (VC)	-	-	0,6*	0,7	0,8*	0,78	0,8*	0,78
Asti (AT)	-1,2	0,93	0,5	0,97	-0,5	0,94	-1	0,94
Biella (BI)	-0,1*	0,92	0,4	0,94	-1,2*	0,97	-0,7*	0,96
Bra (CN) T1	1,9	0,92	1,5	0,99	2,1	0,95	1,8	0,98
Bra (CN) T2	1	0,93	0,4	0,99	0,6	0,96	0,7	0,87
Casale Monf. (AL)	-0,2	0,99	0,7	0,99	1,3	0,97	0,4	1
Cumiana (TO)	-1,9	0,91	-1	0,96	-1,1	0,96	-1,3	0,97
Locana - L. Valsoera (TO)	1	0,59	-0,4	0,6	0,1	0,72	-0,1	0,74
Lusema S. G. (TO)	0,1	0,83	-0,6	0,9	-1,3	0,79	-0,5	0,93
Oropa (BI)	-0,9	0,88	0	0,95	-0,3	0,92	-0,8	0,88
Piedicavallo (VC)	2,8	0,92	1,9	0,94	1,3	0,92	1,9	0,95
Torino (TO)	-0,6	0,94	-0,6	0,97	-0,6	0,95	-0,6	0,98
Usseglio-Malciaussia (TO)	-1,7	0,55	-0,2	0,63	1,3	0,68	0,2	0,73
Varallo Sesia (VC)	-0,9	0,82	0,9	0,94	1,3	0,91	0,4	0,97
Vercelli (VC)	-0,7	0,96	-1	0,99	-1,5	0,96	-0,7	0,98

Tabella 3.5

Risultati ottenuti dal confronto tra le due serie delle temperature minime stagionali. In rosa è evidenziata la differenza massima ottenuta e in verde la minima.* Dati non mediati: si ha a disposizione un solo valore stagionale.

TEMPERATURE MINIME	INVERNO		PRIMAVERA		ESTATE		AUTUNNO	
Località	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr	Diff [ex-SIMN-ARPA] (°C)	Coef. corr
Ala di Stura (TO)	0,8	0,87	1,9	0,92	2,7	0,8	1,6	0,93
Alagna Valsesia (VC)	-	-	0,6*	0,88	1,1*	0,68	0,6*	0,93
Asti (AT)	-0,2	0,96	0,3	0,9	0,6	0,93	0,5	0,92
Biella (BI)	-0,9*	0,91*	-1	0,95	-0,8*	0,96*	-1,2*	0,96
Bra (CN) T1	-0,7	0,95	-0,7	0,98	-0,6	0,86	-0,5	0,98
Bra (CN) T2	-0,2	0,97	-0,2	0,99	-0,1	0,87	-0,1	0,98
Casale Monf. (AL)	-1,2	0,94	-1,6	0,98	-1,2	0,95	-1,1	0,95
Cumiana (TO)	-1,2	0,87	-0,3	0,94	0,5	0,91	-0,1	0,96
Locana - L. Valsoera (TO)	0,1	0,85	0	0,92	0	0,89	0	0,92
Lusema S. G. (TO)	4,3	0,86	3,9	0,9	3,6	0,79	3,8	0,91
Oropa (BI)	0,5	0,94	0,9	0,97	0,5	0,96	0,2	0,9
Piedicavallo (VC)	-0,7	0,9	0	0,94	0	0,85	-0,2	0,95
Torino (TO)	0,8	0,9	0,8	0,94	0,7	0,9	0,9	0,97
Usseglio-Malciaussia (TO)	-2,6	0,78	-1,8	0,9	-1,3	0,84	-1,8	0,89
Varallo Sesia (VC)	2	0,89	2,7	0,93	2,9	0,81	2,3	0,95
Vercelli (VC)	0,3	0,92	0,4	0,97	1,1	0,93	0,6	0,96

stagionali.

Per le temperature massime (Tabella 3.3) si osserva che le maggiori differenze tra i due strumenti si riscontrano costantemente a Piedicavallo, in inverno, primavera e in autunno, e risultano attribuibili a errori strumentali; in particolare le differenze più evidenti sono registrate nella stagione invernale, e costituiscono la massima differenza registrata tra i valori stagionali delle temperature massime di tutte le stazioni esaminate (Figura 3.5). La

differenza più elevata riscontrata nella stagione estiva si verifica a Bra e anche in questo caso si tratta di problemi legati alle strumentazioni, poiché sono entrambe installate nello stesso cortile.

Le differenze minime tra le temperature massime stagionali sono state calcolate a Biella, a Oropa e a Locana; nelle prime due località le stazioni risultano geograficamente molto vicine tra loro, mentre nell'ultimo caso, la vicinanza di una delle due stazioni

Tabella 3.6

Risultati ottenuti dal confronto tra le serie delle precipitazioni mensili. Sono evidenziate in giallo le località nelle quali si è ottenuto un buon andamento tra le precipitazioni (differenza minore del 10% e K-S test maggiore di 0,50).* Dati non presenti, perché il periodo di confronto è inferiore a 3 anni, ossia inferiore a 36 valori.

Località	Rapp (Ex-SIMN/ARPA) (mm)	K-S test	Coeff. Corr.
Ala di Stura (TO)	1,14	0,93	0,94
Alagna Valsesia (VC)	*	*	*
Asti (AT)	*	*	*
Bardonecchia (TO)	1,04	0,99	0,95
Biella (BI)	*	*	*
Boves (CN)	1,27	0,07	0,91
Bra (CN)	1,28	0,45	0,95
Carcoforo (VC)	1,21	0,44	0,97
Casale Monf. (AL)	1,31	0,35	0,95
Ceresole Reale (TO)	1,03	1	0,93
Cumiana (TO)	1,06	0,86	0,92
Lanzo (TO)	0,8	0,7	0,95
Locana – L. Valsoera (TO)	1,37	0,12	0,91
Luserna S.G. (TO)	1,02	0,78	0,93
Mondovì (CN)	1,15	0,48	0,94
Oropa (BI)	1,22	0,62	0,99
Piedicavallo (VC)	1,02	1	0,98
Salbertrand (TO)	1,06	0,69	0,92
Sparone (TO)	*	*	*
Susa (TO)	1,03	0,99	0,97
Torino (TO)	0,96	0,85	0,98
Tricerro (VC)	*	*	*
Usseglio – Malciaussia (TO)	0,97	0,91	0,97
Valprato Soana (TO)	1,05	0,84	0,86
Varallo Sesia (VC)	1,09	0,96	0,95
Vercelli (VC)	1,06	0,97	0,95

Figura 3.10
Precipitazioni mensili cumulate di Casale Monferrato, località in cui il confronto tra le due serie di dati non ha fornito buoni risultati.

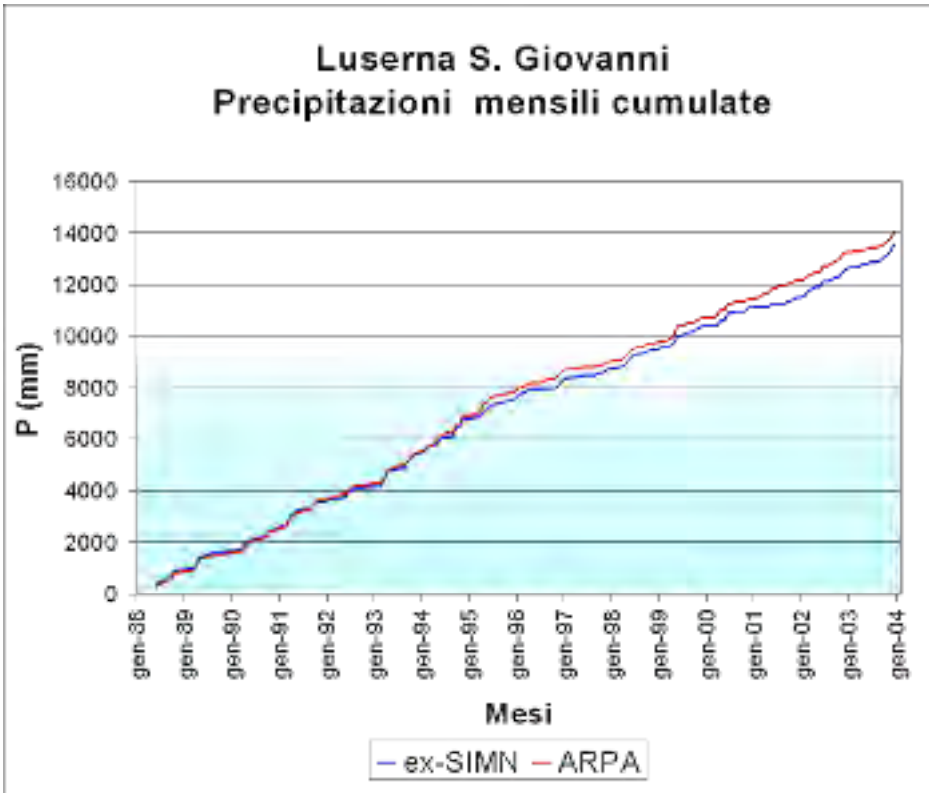
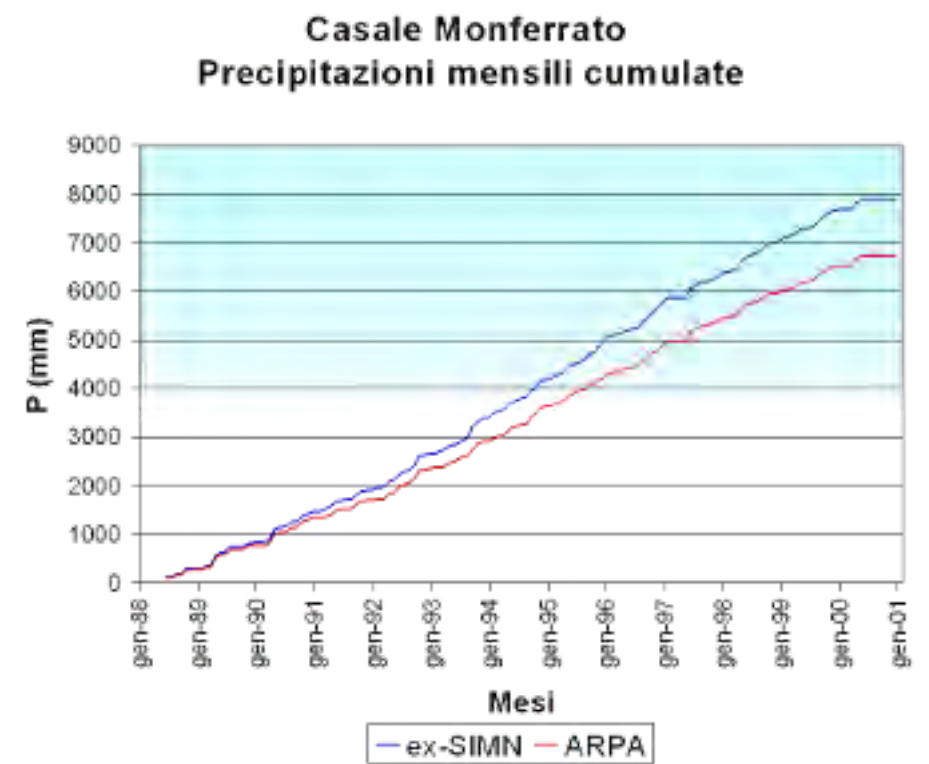


Figura 3.11
Precipitazioni mensili cumulate di Luserna S. Giovanni, località in cui il confronto tra le due serie di dati ha fornito buoni risultati.

al Lago di Valsoera non sembra avere alcun effetto sui valori delle temperature registrate. In particolare, il valore minimo assoluto è riferito alla località di Oropa nella stagione primaverile, in cui la differenza media uguale a zero, indica che i due strumenti hanno misurato gli stessi valori (Figura 3.6).

Nel caso delle temperature minime stagionali, il valore massimo delle differenze si osserva costantemente nella località di Luserna San Giovanni in tutte le stagioni, a causa della differente localizzazione degli strumenti, già precisata; in particolare, nella stagione invernale tale distacco raggiunge il massimo valore riscontrato (Figura 3.7). Invece, per le differenze minime, è nuovamente la località di Locana, come già riscontrato per le temperature massime, a risultare quella in cui le stazioni meteorologiche hanno misurato gli stessi valori in tutte le stagioni (Figura 3.8).

A conclusione delle analisi sulle temperature massime e minime, viste le notevoli differenze tra le due serie e i risultati ottenuti dai test statistici, sempre inferiori alla soglia di 0,50, non si ritiene opportuno unire i dati della serie ARPA alla serie dell'ex-SIMN, nel momento in cui quest'ultima si interrompe.

3.2 CONFRONTO DEI DATI DI PRECIPITAZIONE

3.2.1. Confronto tra le serie di dati pluviometrici mensili

Per le serie delle precipitazioni, solo ventuno località, delle ventisei idonee per il confronto, hanno misurato contemporaneamente per un periodo superiore a tre anni, periodo di tempo necessario per l'applicazione dei test statistici utilizzati (cfr. Par. 2.3.1). Le località escluse dall'analisi sono: Alagna Valsesia (per cui si dispone di soli 15 mesi di dati di precipitazione per entrambi gli Enti), Asti (33 mesi), Biella (14 mesi), Sparone (15 mesi) e Tricerro (25 mesi).

In tutte le località i coefficienti di correlazione (Tabella 3.6) assumono valori superiori a 0,90, tranne nella località di Valprato Soana in cui si registra una correlazione pari a 0,86. Tali coefficienti indicano che generalmente gli strumenti registrano gli stessi andamenti durante i diversi eventi piovosi.

Nella maggior parte delle località è lo strumento dell'ex-SIMN a misurare una quantità di pioggia più elevata; soltanto in tre località (Lanzo Torinese, Torino e Usseglio) si verifica la situazione opposta.

Il confronto tra i dati di precipitazione di nove località ha fornito una differenza superiore al 10% tra i dati delle due serie e l'applicazione del test statistico di Kolmogorov-Smirnov ha confermato che le due serie non ammettono la stessa distribuzione, fornendo valori inferiori a 0,50

(Tabella 3.6, località scritte in nero). In particolare, i risultati peggiori sono stati ottenuti per le stazioni di Casale Monferrato, Boves, Bra e Locana, in cui il confronto tra le due serie ha evidenziato una differenza che raggiunge il valore di circa il 30%.

superiore al 10%: questo valore è stato scelto come soglia, al di sotto della quale è possibile considerare confrontabili le due serie di dati provenienti dai differenti strumenti; l'applicazione del test di Kolmogorov-Smirnov (K-S test) ha fornito ulteriori conferme di una

Tabella 3.7

Risultati ottenuti dal confronto tra le serie del numero di giorni piovosi

Località	Diff giorni piovosi [ex-SIMN-ARPA]	T test	K-S test	Coeff. Corr.
Ala di Stura (TO)	-0,16	0,33	0,97	0,83
Alagna Valsesia (VC)	*		*	*
Asti (AT)	*		*	*
Bardonecchia (TO)	-0,4	<0,01	1	0,86
Biella (BI)	*		*	*
Boves (CN)	-2,43	<0,01	<0,01	0,85
Bra (CN)	0,56	<0,01	0,91	0,91
Carcoforo (VC)	-2,58	<0,01	0	0,92
Casale Monf. (AL)	0,02	0,81	1	0,92
Ceresole Reale (TO)	-0,3	0,12	1	0,88
Cumiana (TO)	-0,16	0,06	0,99	0,93
Lanzo (TO)	-1,12	<0,01	0,2	0,92
Locana – L. Valsoera (TO)	0,3	0,06	0,56	0,8
Luserna S.G. (TO)	-0,14	0,17	0,85	0,87
Mondovì (CN)	-0,02	0,82	1	0,94
Oropa (BI)	0,31	<0,01	0,95	0,95
Piedicavallo (VC)	-0,95	<0,01	0,23	0,9
Salbertrand (TO)	-0,16	0,27	1	0,91
Sparone (TO)	*		*	*
Susa (TO)	-0,01	0,87	1	0,94
Torino (TO)	-0,12	0,05	1	0,96
Tricerro (VC)	*		*	*
Usseglio – Malciaussia (TO)	-0,81	0	0,91	0,86
Valprato Soana (TO)	-0,4	0,15	0,99	0,84
Varallo Sesia (VC)	0,08	0,47	0,97	0,92
Vercelli (VC)	0,09	0,36	1	0,94

In dodici delle ventuno località il rapporto medio tra le precipitazioni dei due strumenti ammette un valore prossimo all'unità, compreso tra 0,90 e 1,10 (Tabella 3.6, località evidenziate in rosso), che corrisponde ad una differenza tra le quantità d'acqua misurate non

buona relazione tra le distribuzioni delle due serie confrontate, nel caso in cui il risultato fosse superiore al valore di 0,50. Per la località di Usseglio, i risultati ottenuti dal confronto sono buoni, ma i dati confrontati raggiungono il valore di 40 e risultano, dunque, superiori, di

appena qualche unità, al numero minimo previsto di 36 valori (cfr. 2.3.1). Si è preferito, dunque, non considerare attendibili questi risultati, perché riferiti a un periodo di confronto troppo breve.

A titolo di esempio, si riportano due grafici al fine di illustrare e di comparare tra loro le due diverse situazioni ottenute: il caso in cui il confronto tra i dati non ha fornito buoni risultati (Figura 3.10, località

numero di giorni piovosi presente in ciascun mese e sono stati confrontati tra loro i valori delle due serie di dati, calcolandone la differenza, secondo il metodo precedentemente illustrato (cfr. Par. 3.2.2). Dalle differenze ottenute per ciascun mese è stato calcolato il valore medio, per tutto il periodo di confronto e sono stati applicati i test di Student e di Kolmogorov-Smirnov (Tabella 3.7: sono

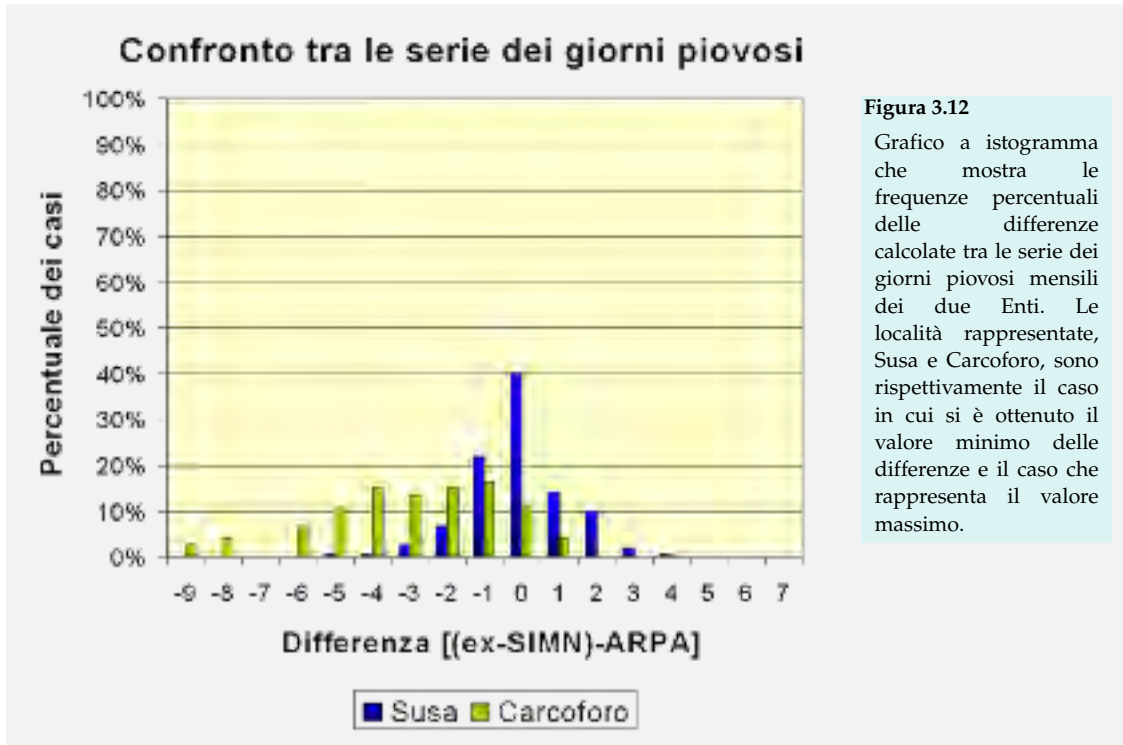


Figura 3.12
Grafico a istogramma che mostra le frequenze percentuali delle differenze calcolate tra le serie dei giorni piovosi mensili dei due Enti. Le località rappresentate, Susa e Carcoforo, sono rispettivamente il caso in cui si è ottenuto il valore minimo delle differenze e il caso che rappresenta il valore massimo.

di Casale Monferrato) e il caso delle località la cui differenza tra le due serie risultata inferiore al 10% (Figura 3.11, località di Luserna S. Giovanni).

3.2.2. Confronto tra i giorni piovosi e le classi di intensità pluviometrica

A partire dalle precipitazioni giornaliere è stato calcolato il

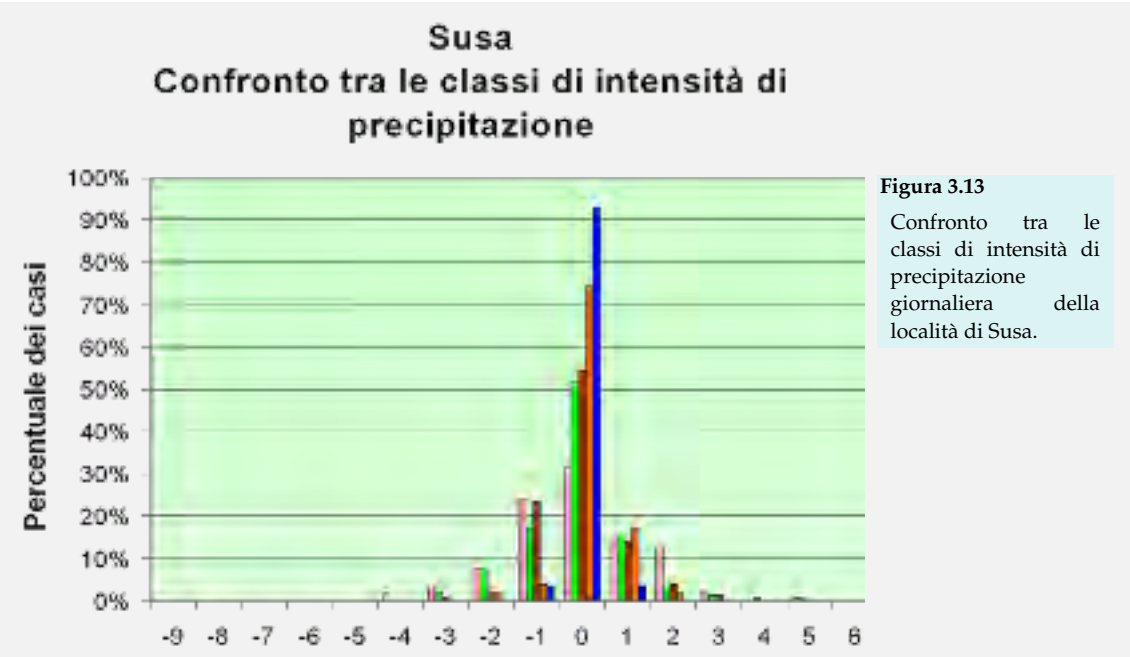
evidenziate in giallo le 11 località che hanno dato buoni risultati nel confronto tra i dati di precipitazione, cfr. Par. 3.2.1). La presenza del segno meno davanti al valore della differenza indica che è stata riscontrata una maggiore quantità di giorni piovosi nella serie dell'ARPA, mentre in assenza del segno negativo davanti ai numeri, risulta maggiore l'entità di giorni piovosi per la serie dell'ex-SIMN.

Il valore minimo delle differenze tra

le due serie è di 0,01 in valore assoluto, calcolata nel confronto tra le due stazioni di Susa; il valore massimo, di 2,58 giorni, è stato ottenuto a Carcoforo. I dati di queste località, che rappresentano le due situazioni estreme, sono stati rappresentati graficamente (Fig. 3.12): i valori ottenuti dalle differenze calcolate tra le due serie di giorni piovosi mensili sono stati raggruppati in classi e la loro frequenza espressa in percentuale. Si osserva che le differenze tra i giorni piovosi nella località di Susa

giorni piovosi registrato nella serie dell'ARPA. Per la località di Carcoforo, invece, le differenze hanno una distribuzione asimmetrica, spostata verso i valori negativi, che indica un maggior numero di giorni piovosi per la serie dell'ARPA e la frequenza di casi con differenze nulle risulta molto bassa.

Le 11 località evidenziate in Tabella 3.7, in cui i totali di precipitazione mensile registrati dagli strumenti delle due reti differiscono per una quantità inferiore al 10%, mostrano anche differenze minime tra il



hanno una distribuzione gaussiana, centrata sul valore zero; il 40% delle differenze calcolate assumono valore zero, mostrando quindi uguaglianza tra il numero dei giorni piovosi della serie ex-SIMN e della serie ARPA; la coda sinistra e quella destra sono quasi simmetriche tra loro, con una lieve predominanza di casi con differenze uguali al valore -1, da cui risulta che il valore medio su tutto il periodo è di -0,1, che evidenzia il maggior numero di

numero di giorni piovosi mensili. Le differenze minime tra i giorni piovosi sono state riscontrate nelle località in cui è stato verificato che tra i totali di precipitazione mensile esiste una differenza inferiore al 10%: si tratta delle 11 località evidenziate in Tabella 3.7. In tali località, ad eccezione di Piedicavallo, il massimo valore delle differenze tra il numero di giorni piovosi è di 0,40, riscontrato a

Figura 3.14
Confronto tra le classi di intensità di precipitazione giornaliera della località di Locana – L. Valsoera.

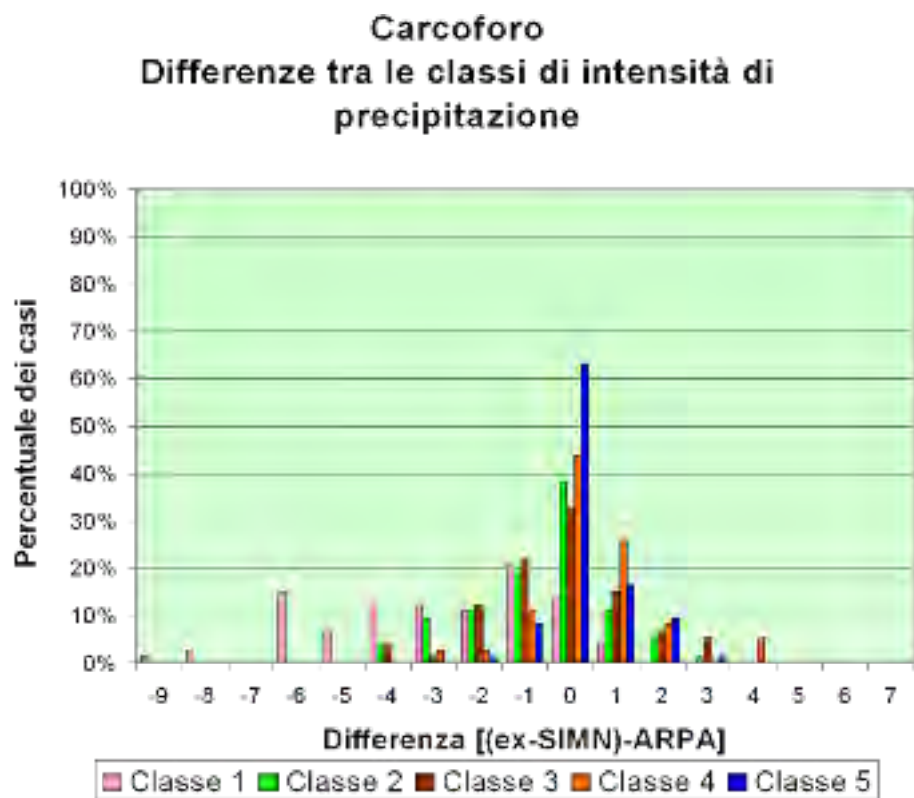
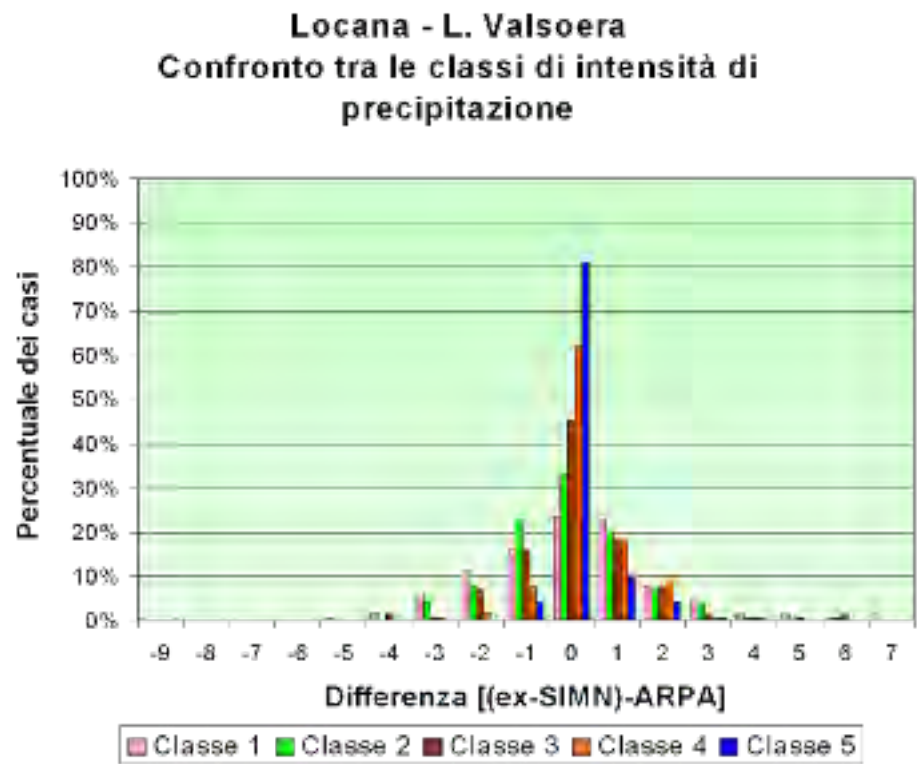


Figura 3.15
Confronto tra le classi di intensità di precipitazione giornaliera della località di Carcoforo.

Bardonecchia e a Valprato Soana; i risultati del test di Kolmogorov-Smirnov, sempre prossimi al valore di 1, indicano che le due serie

stazioni meteorologiche sono di tipo totalmente diverso: la stazione dell'ARPA utilizza un pluviografo, mentre quella dell'ex-SIMN è dotata

Tabella 3.8

Risultati ottenuti dal confronto tra le serie delle classi di intensità di precipitazione.

Località	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Ala di Stura (TO)	-0,3	-0,2	0,2	0,1	0,1
Alagna Valsesia (VC)	*	*	*	*	*
Asti (AT)	*	*	*	*	*
Bardonecchia (TO)	-0,2	0	-0,2	0	0
Biella (BI)	*	*	*	*	*
Boves (CN)	-1,8	-0,5	-0,2	-0,1	0,2
Bra (CN)	0,3	0	0,1	0,1	0,1
Carcoforo (VC)	-2,9	-0,5	-0,2	0,4	0,3
Casale Monf. (AL)	0	0	0	0,2	0
Ceresole Reale (TO)	-0,4	-0,2	0	0,2	0
Cumiana (TO)	0	-0,2	0	0	0
Lanzo (TO)	-0,6	-0,1	-0,3	-0,2	-0,2
Locana – L. Valsoera (TO)	0,1	0	0,1	0,3	0,2
Luserna S.G. (TO)	-0,3	-0,1	-0,1	0	0
Mondovì (CN)	-0,1	-0,1	0	0	0,1
Oropa (BI)	0	0	0,1	0,1	0,2
Piedicavallo (VC)	-0,7	-0,4	-0,2	-0,1	0,2
Salbertrand (TO)	-0,2	0	0,2	-0,1	0
Sparone (TO)	*	*	*	*	*
Susa (TO)	-0,1	-0,1	0	0,1	0
Torino (TO)	-0,1	-0,1	0	0	0
Tricerro (VC)	*	*	*	*	*
Usseglio – Malciaussia (TO)	-0,9	-0,2	0,1	-0,2	-0,1
Valprato Soana (TO)	-0,8	-0,3	0,3	0,2	0
Varallo Sesia (VC)	-0,1	0	-0,2	0	0,2
Vercelli (VC)	0,1	-0,1	0,1	0	0,1

possono essere considerate equivalenti; i coefficienti di correlazione sono buoni e risultano compresi tra 0,84 e 0,94. Nella località di Piedicavallo, invece, la differenza tra i giorni piovosi raggiunge il valore di 0,95 e i risultati dei test indicano che le due serie non sono confrontabili tra loro. Questa situazione trova spiegazione nel fatto che in questa località gli strumenti installati nelle due

di pluviometro totalizzatore, meno preciso dello strumento precedente. Di conseguenza, anche se il totale di precipitazione mensile risulta confrontabile, non lo è il numero di giorni piovosi.

Anche per la località di Usseglio si verifica la stessa situazione, in cui il totale mensile di precipitazione appare paragonabile tra le due serie, mentre non lo sono le due serie dei

giorni piovosi. Nel caso di questa località il numero di dati confrontati è troppo basso per fornire un valido caso di studio (cfr. Par. 3.2.1).

Volgendo l'attenzione alle località i cui totali di precipitazione mensile differiscono per una quantità superiore al 10% (Tab. 3.7, località non evidenziate), si nota che le differenze per alcune di tali località restano molto basse, inferiori a 0,40, come nel caso delle 11 località sopracitate. Si tratta delle località di Ala di Stura, Casale Monferrato, Locana, Mondovì e Oropa, in cui il numero di giorni piovosi risulta paragonabile tra le due serie, ma il totale di precipitazione, anche se totalizzato in un numero simile di giorni piovosi, risulta estremamente differente. Infine, nelle località di Bra, Boves, Carcoforo e Lanzo T.se risultano molto differenti tra di loro sia i totali di precipitazione mensile sia i numeri di giorni piovosi mensili.

Un ulteriore approfondimento ha riguardato la scomposizione delle precipitazioni mensili in cinque classi di intensità di precipitazione (cfr. Par. 2.3.2): i risultati ottenuti per le due serie di dati di precipitazione sono stati confrontati tra loro, svolgendo il calcolo della differenza tra il numero degli eventi classificati in ciascuna classe di intensità. I valori ottenuti per ciascun mese sono stati mediati per tutto il periodo di confronto, ottenendo i valori riassunti in Tabella 3.8 (in giallo le 11 località in cui la differenza tra le serie di precipitazioni è inferiore al 10%). Si ricorda che i valori negativi

indicano un maggior numero di eventi piovosi di una data intensità registrati dallo strumento dell'ARPA, mentre i dati positivi segnalano una quantità più elevata di eventi registrati dal pluviometro dell'ex-SIMN.

Innanzitutto, si osserva che le differenze tendono a diminuire per le classi di intensità più elevata. Infatti, le differenze tra le frequenze calcolate per la prima classe di intensità, che comprendono precipitazioni giornaliere fino a 5 mm, raggiungono il valore massimo di 2,9, riscontrato a Carcoforo; mentre, per le successive classi di intensità, dalla seconda alla quinta, che comprendono precipitazioni giornaliere via via più intense, le differenze diminuiscono, fino ad arrivare alla quinta classe, in cui la maggior parte delle differenze ha valore nullo, e il massimo valore riscontrato è di 0,2. Questo trova spiegazione nel fatto che è più raro il verificarsi di un evento di precipitazione ad elevata intensità, come quelli classificati nella quinta classe, superiori a 40 mm (essendo nulla la frequenza delle piogge intense, tranne pochi casi saltuari, risulta pari a zero anche la differenza tra le frequenze delle due serie).

Per le 11 località (evidenziate in giallo in Tabella 3.8), le cui precipitazioni mensili delle due reti risultano di valore simile tra loro, anche il confronto tra le classi di intensità di precipitazione ha dato generalmente buoni risultati. Si rappresenta graficamente, a titolo esemplificativo, il caso della località di Susa (Fig. 3.13): le differenze tra il

Figura 3.16
Precipitazioni annuali di Boves.

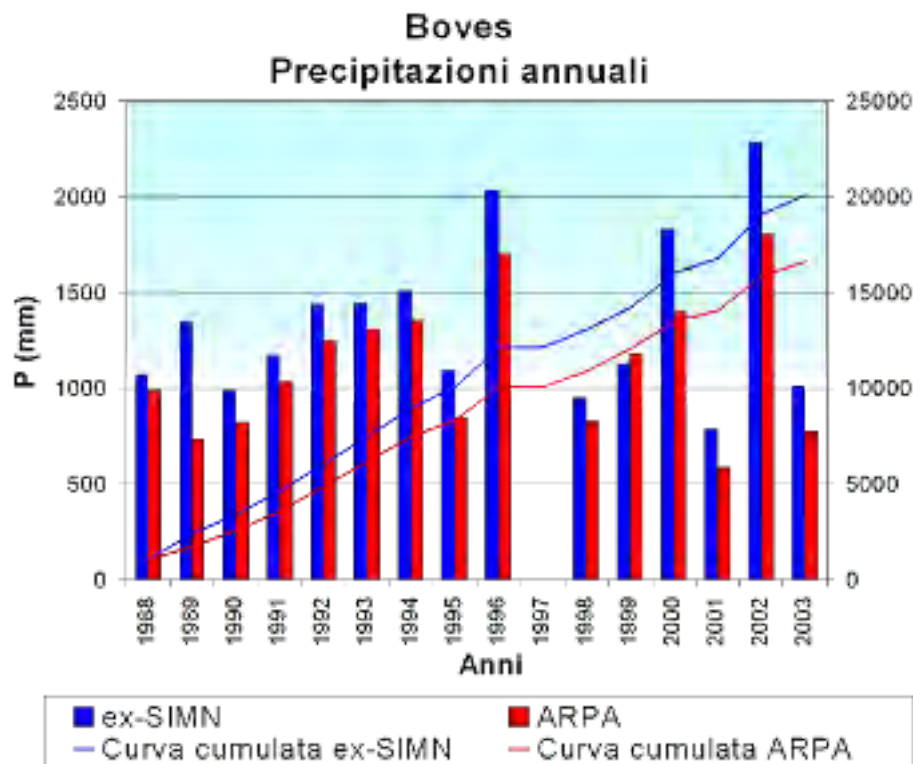


Figura 3.17
Precipitazioni annuali di Bardonecchia.

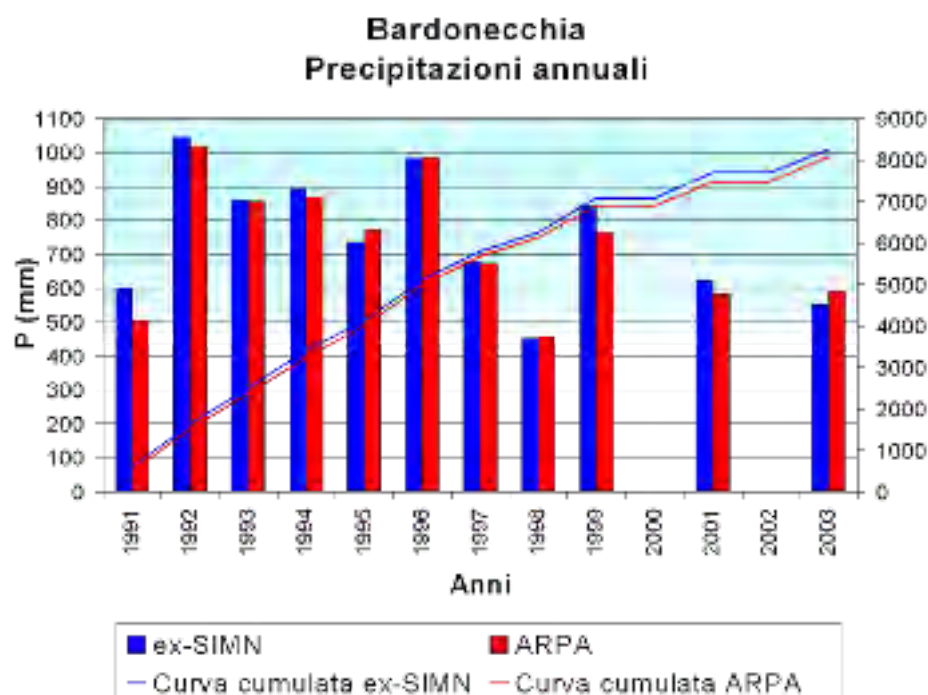


Tabella 3.9

Risultati ottenuti dal confronto tra le serie delle precipitazioni stagionali. Sono evidenziate in giallo le 11 località il cui confronto ha dati buoni risultati.

Località	Rapp [Ex-SIMN/ARPA] (mm)			
	INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
Ala di Stura (TO)	1,2	1,3	1	1,1
Alagna Valsesia (VC)	*	*	*	*
Asti (AT)	*	*	*	*
Bardonecchia (TO)	1,1	0,9	2,1	1
Biella (BI)	*	*	*	*
Boves (CN)	1,2	1,2	1,3	1,2
Bra (CN)	1,7	1,1	1,1	1,2
Carcoforo (VC)	1,4	1,2	1,1	1,1
Casale Monf. (AL)	1,8	1,1	1,1	1,1
Ceresole Reale (TO)	1,2	1,1	1	1
Cumiana (TO)	1,2	1	1	1,1
Lanzo (TO)	0,6	0,8	0,8	0,8
Locana – L. Valsoera (TO)	1,8	1,8	1,2	1,4
Lusema S.G. (TO)	1,1	0,9	0,9	1,1
Mondovì (CN)	1,4	1,2	0,9	1,1
Oropa (BI)	1,5	1,3	1,1	1,2
Piedicavallo (VC)	1,1	1	1	1
Salbertrand (TO)	1,4	1,1	1	1
Sparone (TO)	*	*	*	*
Susa (TO)	1	1	1	1,1
Torino (TO)	1	1	1	1
Tricerro (VC)	*	*	*	*
Usseglio – Malciaussia (TO)	1,9	0,9	0,9	0,9
Valprato Soana (TO)	1,2	1	1	2,1
Varallo Sesia (VC)	1,1	1	1	1,2
Vercelli (VC)	1	1	1,1	1,3

numero di eventi classificati nelle cinque classi di intensità di precipitazione, riferiti a ciascun mese, sono state raggruppate in classi di frequenza percentuale. Per ciascuna delle cinque classi la distribuzione, di tipo gaussiano, è centrata sul valore zero, mostrando che è più frequente in caso il cui in questa località gli strumenti dell'ex-SIMN e quelli dell'ARPA hanno registrato eventi di precipitazione della stessa intensità. Questa percentuale di uguaglianza aumenta al crescere della classe di intensità, raggiungendo un valore superiore al

90% per la classe 5, per i motivi sopra esposti.

Tra le 11 località precedentemente citate (Tabella 3.8, in giallo) fanno eccezione Piedicavallo e Valprato Soana, in cui, come differenza tra le frequenze calcolate per la prima classe di intensità si sono ottenuti valori non particolarmente buoni, rispettivamente -0,7 e -0,8; in entrambi i casi, quindi, sono stati calcolati un numero maggiore di eventi di pioggia nella stazione appartenente all'ARPA. In particolare, nel caso di Piedicavallo la differenza è attribuibile alla

diversa strumentazione utilizzata, come già osservato precedentemente nel confronto tra le serie dei giorni piovosi. Per la località di Valprato Soana, invece, approfondendo il confronto per questa classe a livello stagionale, si è osservato che in inverno la differenza media tra le frequenze raggiunge il valore di 9; nelle altre tre stagioni, invece, la discrepanza è minima, con valori tra 0 e 1. Di conseguenza, il valore medio di -0,8 calcolato in questa località è da attribuire esclusivamente all'elevata differenza che si verifica nella stagione invernale (per l'individuazione della causa di questa elevata differenza si rimanda al paragrafo 3.2.5.8). Nelle classi di intensità più elevata le differenze si abbassano, ma i valori calcolati restano in ogni caso più alti, rispetto a quelli ottenuti per le 11 località selezionate.

Tra le località in cui le serie di precipitazioni differiscono notevolmente (località non evidenziate in Tab. 3.8), ci sono dei casi in cui le differenze tra classi di intensità di precipitazione risultano molto basse e altre in cui si raggiungono elevate differenze. Consideriamo due casi rappresentativi: la località di Locana – L. Valsoera e quella di Carcoforo. Nel primo caso la differenza tra i dati di precipitazione delle stazioni meteorologiche dei due Enti è risultata del 37%; la differenza tra le frequenze degli eventi della prima classe di intensità, invece, è molto bassa, del valore di 0,1; anche nelle classi successive la differenza non supera mai il valore di 0,3. Infatti, la

distribuzione delle differenze è di tipo gaussiano, simmetrica, centrata sul valore zero, con alte percentuali di differenze nulle in ciascuna delle classi di intensità (Fig. 3.14). Questo indica che i due strumenti registrano gli stessi eventi di precipitazione, ma la loro quantità totale è differente, anche se gli eventi sono classificati nelle stesse classi di intensità giornaliera.

Al contrario, nella località di Carcoforo, gli eventi di precipitazione differiscono tra loro sia nella quantità totale, che nell'intensità giornaliera: la differenza riscontrata nella prima classe di precipitazione raggiunge il valore di -2,9. E' evidente, infatti, dal grafico (Fig. 3.15) che le differenze non sono distribuite in modo simmetrico, ma risulta più sviluppata la coda dei valori negativi, che indica un maggior numero di eventi di precipitazione della serie dell'ARPA, soprattutto di intensità basse, classificate nella classe 1.

3.2.3. Confronto tra le serie di dati pluviometrici annuali e stagionali

I dati di precipitazione sono stati analizzati anche a livello annuale e stagionale, portando ulteriori approfondimenti nel confronto tra le due serie di dati.

In alcune località, le analisi dei dati di precipitazione hanno mostrato l'esistenza di una costante predominanza, sia negli anni che nelle diverse stagioni, dei valori di pioggia misurati da uno strumento

Figura 3.18
Precipitazioni orarie della località di Luserna S. Giovanni.

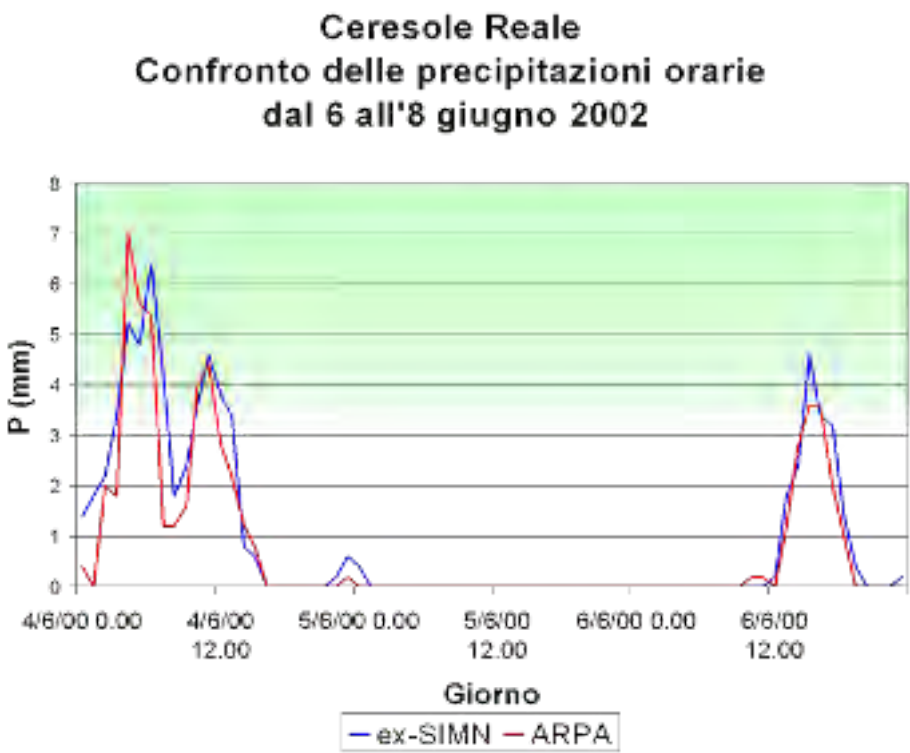
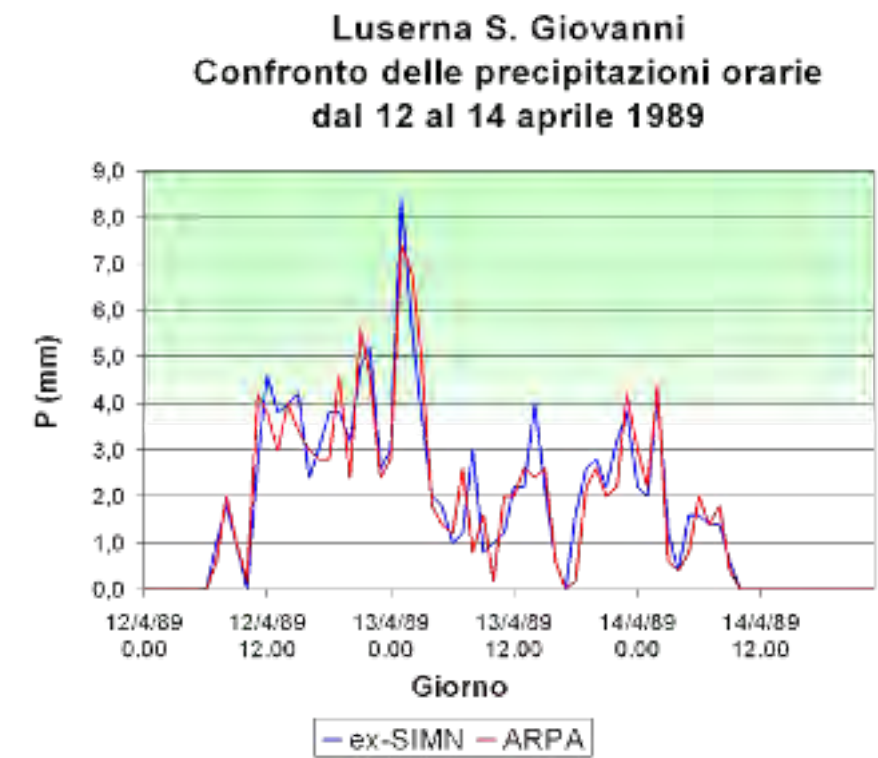


Figura 3.19
Precipitazioni orarie
della località di
Ceresole Reale.

Tabella 3.10

Anno di possibile unione tra le serie appartenenti ai due Enti e situate nella stessa località.

Località	Anno
Bardonecchia (TO)	2002
Ceresole Reale (TO)	1999
Cumiana (TO)	1993
Lusema S.G. (TO)	1988
Salbertrand (TO)	1995
Susa (TO)	1997
Torino (TO)	2004
Valprato Soana (TO)	1999
Piedicavallo (VC)	2003
Varallo Sesia (VC)	1998
Vercelli (VC)	2003

rispetto all'altro. E' significativo, a questo proposito, il caso della stazione di Boves: nel periodo di confronto di circa 16 anni, dal 1988 al 2003, il pluviografo ex-SIMN ha registrato il 27% di pioggia in più rispetto allo strumento ARPA. Questa elevata differenza si

mantiene costante negli anni (Figura 3.12) e non registra variazioni a seconda della stagione, per cui il rapporto tra le misure dei due strumenti risulta costantemente di 1,2 o 1,3 (Tabella 3.9). La differenza di quota altimetrica a cui sono poste le due stazioni non risulta significativa e la distanza è di poco superiore a 1 km. Le condizioni geografiche del sito in cui sono localizzate le due stazioni non appaiono tali da giustificare l'elevata differenza tra i dati; si suppone, dunque, che la causa delle discordanze tra le due serie sia attribuibile esclusivamente a differenze strumentali. La stessa situazione di costante superiorità di uno strumento rispetto all'altro, nonostante i pluviometri siano posti a poca distanza l'uno dall'altro e all'incirca alla stessa quota

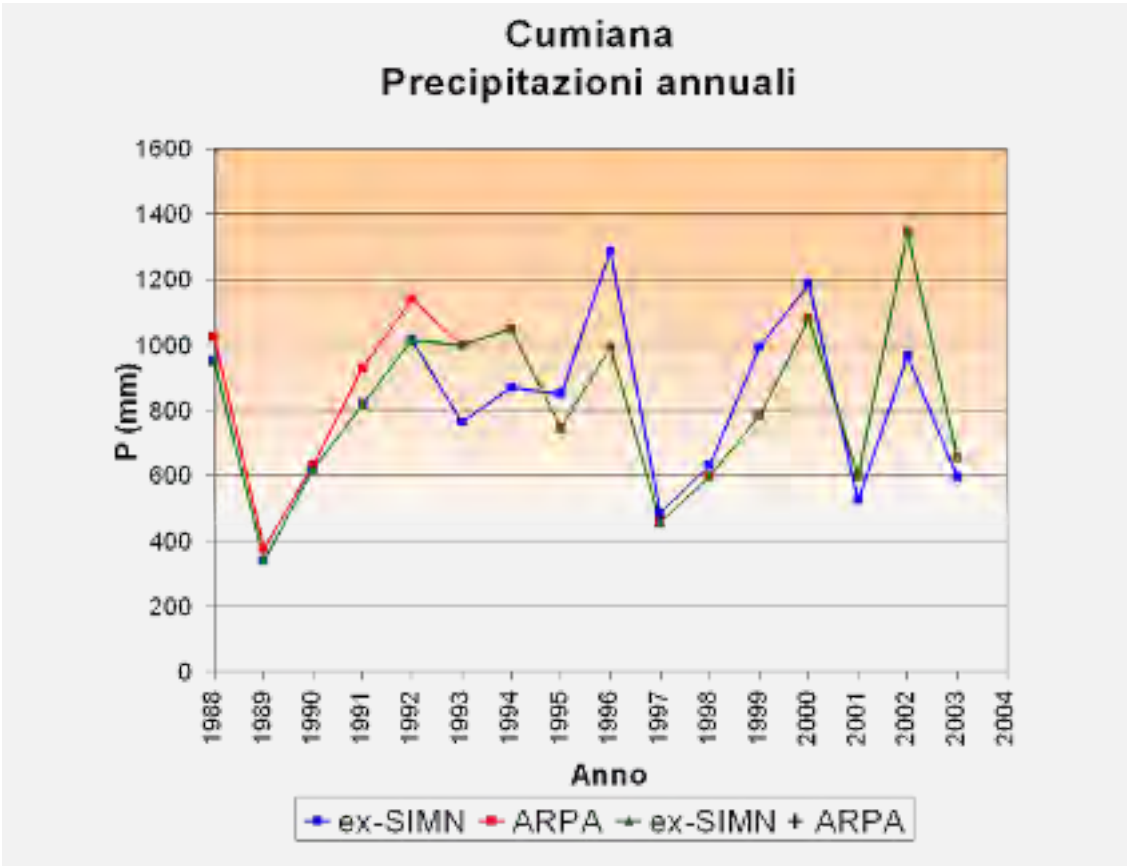


Figura 3.20
Precipitazioni annuali di Cumiana e unione, nell'anno 1993, delle due serie di dati.

altimetrica, è presente anche nelle località di Bra, di Casale Monferrato e di Oropa.

In alcuni casi le differenze tra le due serie non sono apparse costanti negli anni e nelle differenti stagioni, ma minime in alcuni intervalli di tempo e maggiori in altri periodi. Per fornire una spiegazione a queste variazioni, sono stati presi in esame i dati di precipitazione delle stazioni limitrofe e in tal modo sono stati individuati alcuni casi di scorretto funzionamento di uno dei due strumenti. A titolo di esempio si riporta il caso della località di Bardonecchia. Nel periodo di confronto, dal 1991 al 2003, i rapporti tra le precipitazioni dello strumento ex-SIMN e di quello ARPA appaiono costanti e prossimi all'unità; maggiori differenze risultano negli anni 1991 e 2003 (Figura 3.13). L'analisi stagionale mostra un rapporto anomalo relativo alla stagione estiva, in cui lo strumento dell'ex-SIMN ha registrato precipitazioni doppie rispetto allo strumento ARPA. Confrontando le serie di dati di questa località con quelle di stazioni limitrofe (Gad e Salbeltrand) è stato osservato che durante i mesi di luglio e agosto del 1991 il pluviometro ARPA non ha registrato alcun evento piovoso. Nell'anno 2003 durante la stagione estiva è risultato, invece, essere lo strumento ex-SIMN a non registrare gli eventi di precipitazione, segnati invece dallo strumento ARPA e confermati dai dati delle stazioni limitrofe.

Elevate variazioni del rapporto tra i dati delle due serie in funzione della stagione sono state riscontrate anche

nelle località di: Bra, Casale Monferrato, Locana, Mondovì, Salbeltrand, Usseglio e Valprato Soana. In tutte le località la causa si attribuisce a un periodo di mal funzionamento di uno dei due strumenti.

Le differenze tra gli strumenti utilizzati dai due Enti e i casi di malfunzionamento degli stessi risultano, quindi, la causa predominante di discordanza tra i dati registrati nella stessa località. In nessun caso, infatti, è stata evidenziata una chiara differenza geografica tra i siti di installazione dei due pluviometri, in grado di giustificare la discrepanza tra le misure. Sono stati osservati i casi in cui le stazioni meteorologiche sono poste a elevata distanza l'una dall'altra e a diversa quota altimetrica e soltanto per la stazione di Lanzo Torinese è stata individuata una concordanza tra tali differenze geografiche e le differenze nelle misure: la stazione dell'ARPA, che registra costantemente valori di precipitazione più elevati, è posta a una quota altimetrica superiore, di circa 40 metri, che potrebbe in parte essere la causa delle precipitazioni più elevate.

In altre località, invece, la differenza altimetrica esistente tra le coppie di stazioni ha mostrato di non influire sui valori di precipitazioni: ad esempio, nelle località di Cumiana e di Ceresole Reale le due coppie di stazioni sono poste a una differenza altimetrica di circa 40 metri, ma le due serie risultano comparabili; a Bardonecchia, il dislivello aumenta a 100 metri, ma le due serie di dati

hanno una differenza inferiore al 10%; nelle località di Ala di Stura, di Carcoforo e di Locana le precipitazioni risultano costantemente più elevate nel sito posto ad una quota inferiore, fino a 140 metri, rispetto all'altro.

Le località in cui i rapporti tra i valori di precipitazione si mantengono costanti negli anni e nelle stagioni e sempre prossimi a valori ottimali sono Ceresole Reale, Cumiana, Luserna S. Giovanni, Piedicavallo, Susa, Torino, Varallo Sesia e Vercelli.

3.2.4. Confronto tra le serie di dati pluviometrici orari

Per le undici località, le cui serie differiscono per una percentuale inferiore al 10%, è stata approfondita l'analisi confrontando le precipitazioni anche a livello orario, al fine di valutare che gli strumenti, oltre a misurare le stesse quantità d'acqua, registrino anche nello stesso modo gli eventi piovosi. Il paragone ha evidenziato che in tutte le località considerate non si sono riscontrate grosse differenze nell'individuazione degli eventi. Si riporta, a titolo di esempio per due delle località considerate, il grafico del confronto dei dati orari di precipitazione, registrati durante un evento piovoso (Figura 3.14, Figura 3.15).

L'unica località nella quale non è stato possibile confrontare le piogge orarie è Piedicavallo, perché la stazione dell'ex-SIMN utilizza un pluviometro con risoluzione giornaliera.

3.2.5. Possibile unione delle serie ex-SIMN con quelle ARPA

Sono dunque state individuate 11 località (Tabelle 3.5 e 3.6, righe evidenziate in giallo) nelle quali l'analisi svolta ha mostrato che tra le serie dei dati di precipitazione registrata dagli strumenti dell'ex-SIMN e quelle trasmesse dall'ARPA Piemonte esistono solo lievi differenze, inferiori al 10%; i risultati ottenuti dall'applicazione del test di Kolmogorov-Smirnov hanno confermato che in questi casi le due serie di dati possiedono la stessa distribuzione statistica e, quindi, possono essere considerate popolazioni di dati provenienti dallo stesso campione.

Per tali località è stata valutata la possibilità di unire le due serie di valori, con l'intento di costruire una valida serie storica di dati. Osservando i risultati ottenuti dal confronto e valutando la presenza di lacune all'interno di ogni singola serie, per ciascuna delle undici località è stato individuato un possibile anno di unione tra la serie dell'ex-SIMN e la serie ARPA, che permetta di avere a disposizione delle serie più lunghe e complete, senza modificare il reale andamento delle precipitazioni nel corso degli anni (Tabella 3.10). Si illustra graficamente un caso di unione tra le due serie di dati di precipitazione, riferito alla località di Cumiana (Figura 3.16).

Per ciascuna delle località nelle quali è stata individuata una continuità tra la serie ex-SIMN e la serie ARPA,

si riporta una descrizione più dettagliata dell'anno scelto come punto di unione, illustrando le lacune di dati presenti nelle due serie.

3.2.5.1. Bardonecchia

Dopo aver studiato gli eventi piovosi registrati dalle stazioni meteorologiche di Bardonecchia, confrontando le precipitazioni a livello orario, giornaliero, stagionale e annuale, si può affermare che le due stazioni registrano, nella maggior parte dei casi, le stesse quantità di pioggia: il rapporto medio assume un valore prossimo all'unità (1,04).

Sono state approfondite le maggiori differenze nelle quantità di pioggia ed in quasi tutti i casi si è riuscito ad associare alla discordanza tra le misure un probabile mal funzionamento di uno degli strumenti utilizzati, ed inoltre si è riuscito a stabilire che le precipitazioni nevose non influenzano la registrazione delle piogge.

L'anno di congiunzione tra le due serie potrebbe essere il 2002, poiché la serie appartenente all'ex-SIMN non presenta grosse lacune mentre, la serie ARPA dispone di alcuni periodi di mal funzionamento concentrati negli anni precedenti come accade, ad esempio, nell'anno 2000 dove si hanno a disposizione solo le precipitazioni del mese di settembre.

3.2.5.2. Ceresole Reale

L'analisi dei dati ha mostrato che, nel periodo di confronto di circa 7 anni, dal 1996 al 2003, le precipitazioni mensili misurate dallo strumento ex-SIMN risultano superiori all'ARPA del 3%. Nella scelta del punto migliore in cui interrompere la serie ex-SIMN e attaccare i dati ARPA è utile tener conto della presenza delle lacune nelle due serie.

Dal confronto svolto si individua un primo periodo in cui lo strumento ARPA misura dati di pioggia più elevati rispetto allo strumento dell'ex-SIMN e un periodo successivo, a partire dall'anno 2000 in cui la situazione si rovescia. Tuttavia, non sono stati segnalati spostamenti di una delle due stazioni meteorologiche, che giustificano questo cambiamento nelle registrazioni dei dati. Si è approfondito il confronto con i dati di precipitazione della stazione meteorologica più vicina e posta a quota paragonabile: si tratta della stazione di Lago Valsoera, distante 20 km e posta a una quota più elevata di circa 200 metri (per le caratteristiche delle stazioni di Lago Valsoera cfr. Tab. 2.15). Il confronto ha evidenziato che nelle due località gli eventi di precipitazione sono confrontabili, a volte contemporanei e simili nelle quantità, altre volte con alcune differenze dovute alla loro distanza. Il confronto grafico tra le quattro curve di dati ha mostrato che a partire dall'anno 2000 i picchi riferiti alla curva della stazione di Ceresole Reale dell'ex-SIMN, appaiono superiori rispetto sia alle quantità di pioggia registrate nella

stessa località dallo strumento ARPA e sia rispetto ad entrambe le stazioni meteorologiche di Lago Valsoera. Si deduce, quindi, che a partire dall'anno 2000 lo strumento dell'ex-SIMN possa aver avuto un malfunzionamento, che ha portato a sovrastimare la quantità di precipitazione caduta. A partire dall'anno 2000 si ritengono più attendibili, dunque, i dati registrati dalla stazione dell'ARPA.

Approfondendo il confronto per i dati giornalieri e orari, nel periodo di sovrapposizione delle misure dei due strumenti, si è osservato che nel caso in cui la correlazione tra i dati giornalieri risulta elevata, anche i dati orari hanno una buona corrispondenza.

Analizzando le lacune presenti nelle due serie di dati, nel periodo di sovrapposizione delle misure dei due strumenti, si osserva un elevato numero di giorni mancanti nella serie ex-SIMN, mentre la serie ARPA presenta solo 10 giorni di assenza di valori. Per cercare di costruire una serie il più possibile completa risulta opportuno considerare i dati delle rete ex-SIMN fino al 1998 e attaccare i dati ARPA dall'inizio dell'anno 1999, anno quasi assente nella serie ex-SIMN: si ottiene in questo modo una serie di dati di precipitazione senza interruzioni, dal 1961 al 2003, che è possibile completare con i dati fino ai giorni nostri, dal momento che si tratta di una stazione ancora attiva (Tabella 3.8). Si osserva che nel periodo invernale e primaverile del 2001 le differenze tra le due serie aumentano fino a raggiungere una differenza del 23%: in questo periodo sembra non aver funzionato

correttamente il pluviografo ARPA.

3.2.5.3. Cumiana

Il confronto tra i dati mensili di precipitazione mostra che in un primo periodo, tra il 1988 e il 1993, le curve delle precipitazioni cumulate ammettono lo stesso andamento ma, successivamente, incominciano a differenziarsi, dal 1994 al 1995, per poi ricongiungersi nell'ultimo periodo, dal 1997. Dal confronto diretto delle precipitazioni stagionali e giornalieri delle stazioni di Cumiana e dal successivo confronto con le precipitazioni registrate dalle stazioni limitrofe appartenenti all'ARPA di Torino, Luserna S. Giovanni e Coazze, si è stabilito che lo strumento dell'ex-SIMN, dalla primavera del 1993, ha iniziato a non misurare correttamente le piogge. In alcuni periodi sottostima le piogge mentre, in altri, non registra alcun evento piovoso. Il caso più importante si manifesta il 6 novembre 1994 dove la stazione ARPA e le stazioni limitrofe segnalano un evento piovoso di forte intensità con piogge superiori a 120 mm, mentre la stazione dell'ex-SIMN registra una precipitazione di soli 23 mm. Nel 1996 la situazione si capovolge e lo strumento ARPA sembra sottostimare le piogge soprattutto nei mesi primaverili ed invernali. In questo periodo, però, non possiamo affermare con sicurezza che lo strumento ARPA abbia funzionato scorrettamente perché le registrazioni delle stazioni limitrofe non hanno evidenziato comportamenti simili ad una delle stazioni di Cumiana.

Le stazioni meteorologiche di Cumiana sembrano registrare, dal 1991 al 1995, gli stessi eventi piovosi con quantità d'acqua molto simili ad eccezione di alcuni periodi (1993 e 1994) in cui si è riscontrato un mal funzionamento dello strumento appartenente all'ex-SIMN, che ha portato a sottostimare le piogge e a creare una prima variazione nell'andamento relativo delle serie. Dal 1996 la situazione incomincia a cambiare. Le stazioni iniziano a diversificarsi nella misurazione delle piogge. Gli strumenti individuano gli stessi eventi piovosi ma con diverse quantità d'acqua; la stazione ARPA sembra sottostimare le piogge e, questo comportamento, non può essere attribuito ad un mal funzionamento dello strumento.

Per superare questo inconveniente si potrebbe ipotizzare di attaccare le serie nel 1993 in modo da scartare i periodi di mal funzionamento dello strumento dell'ex-SIMN e superare il problema della variazione nella registrazione degli eventi piovosi individuato nel 1996.

3.2.5.4. *Luserna S. Giovanni*

L'analisi dei dati ha mostrato che, nel periodo di confronto di 16 anni, dal 1988 al 2003, i totali mensili di precipitazione misurati dallo strumento ex-SIMN risultano superiori a quelli della rete ARPA di circa il 2%. La tendenza dei valori ex-SIMN a essere superiori a quelli ARPA non è una costante in tutto il periodo, ma si ha una continua alternanza tra i due strumenti. La stessa situazione è presente anche a livello dei dati stagionali e annuali,

in cui si ha ugualmente un'ottima corrispondenza tra i valori delle due serie.

Un ulteriore approfondimento del confronto ha evidenziato che anche a livello giornaliero e orario i due strumenti registrano gli stessi eventi.

Nel confronto fra le due serie si è osservato che nell'anno 2001 si sono verificate le maggiori differenze tra i dati dell'ex-SIMN e i dati dell'ARPA; si è cercato di individuare quale dei due strumenti non ha funzionato correttamente, in modo da evitare l'uso di quei dati. A tal fine, i dati di entrambe le serie del 2001 sono stati confrontati con i dati della vicina stazione dell'ARPA posta nel comune di Pinerolo a quota 410 m s.l.m., denominata San Martino Chisone. Sono stati presi in esame i mesi primaverili e autunnali, in modo da considerare i mesi più piovosi: il confronto ha messo in evidenza una buona corrispondenza tra i due strumenti ARPA delle due località, mentre lo strumento ex-SIMN sembra non registrare alcuni eventi di precipitazione. Di conseguenza, per l'anno 2001 si ritiene opportuno utilizzare i dati della stazione ARPA, che si ritengono più attendibili.

Per dare continuità ai dati ex-SIMN con quelli ARPA, è stata verificata la presenza di lacune nelle due serie, in modo da costruire un'unica serie, il più possibile priva di interruzioni.

Si osserva che la serie ex-SIMN risulta priva di interruzioni fino alla fine del 1985; mancano del tutto gli anni 1986 e 1987, mentre l'anno 1988 ha una percentuale di giorni di misurazioni inferiori alla soglia

dell'80%. Dal momento che per il 1988 nella serie ARPA la percentuale di dati è accettabile, si ritiene opportuno attaccare la serie dei dati ARPA proprio dal 1988, evitando così le lacune della serie dell'ex-SIMN del 1988 e del 1996 e lo scorretto funzionamento della stazione ex-SIMN individuato nel 2001.

Il risultato di questa unione è una serie di dati completa dal 1951 al 1985, utilizzando i dati dell'ex-SIMN, interrotta da una lacuna negli anni 1986 e 1987, che riprende con i dati dell'ARPA dal 1988 fino ai giorni nostri, dal momento che si tratta di una stazione ancora attiva.

3.2.5.5. *Salbeltrand*

Il confronto tra i dati mensili di precipitazione delle due serie ha mostrato una buona corrispondenza tra i dati nel primo periodo, dal 1991 al 1993, per poi differenziarsi: dal 1994 al 1995 (secondo periodo), è la stazione dell'ARPA a misurare una maggiore quantità d'acqua, mentre dal 1997 (terzo periodo), avviene il contrario.

Queste differenze sono state spiegate confrontando gli andamenti delle piogge giornaliere con le precipitazioni registrate nelle stazioni limitrofe. Da questo paragone è emerso che nel secondo periodo il pluviografo dell'ex-SIMN, nel mese di novembre del 1994, non ha funzionato correttamente, poiché non ha rilevato molti eventi piovosi individuati dalle altre stazioni, mentre, nel terzo periodo, è ancora lo strumento della stazione dell'ex-SIMN a non funzionare

correttamente nel mese di gennaio del 1997. Infatti, dal primo al sette gennaio 1997 il pluviografo dell'ex-SIMN individua un evento piovoso, non registrato dalle altre stazioni limitrofe.

In conclusione possiamo affermare che le serie delle stazioni meteorologiche appartenenti ai due Enti, nel periodo considerato, registrano gli stessi eventi piovosi tranne i casi in cui si è rilevato un periodo di mal funzionamento dello strumento. Per la stazione ARPA si riscontrano guasti soprattutto nel primo periodo, fino al 1992, mentre per la stazione dell'ex-SIMN gli errori si manifestano nel secondo periodo, dal 1994 al 1997. Per unire la due serie di dati si ritiene opportuno considerare i dati dell'ARPA a partire dal 1995, evitando in questo modo l'utilizzo dei dati dell'ex-SIMN in corrispondenza di alcuni periodi di mal funzionamento dello strumento.

3.2.5.6. *Susa*

L'analisi dei dati ha mostrato che, nel periodo di confronto di 13 anni, dal 1991 al 2003, le precipitazioni mensili misurate dallo strumento ex-SIMN risultano superiori a quelle della rete ARPA di circa il 3%. La tendenza dei valori ex-SIMN a essere superiori a quelli ARPA non è una costante in tutto il periodo, poiché si ha una continua alternanza tra i due strumenti e una buona corrispondenza tra i valori delle due serie sia a livello mensile, che stagionale e annuale. E' stato svolto un approfondimento, poiché si è notato che negli anni 1991 a

1992 le precipitazioni ARPA tendono ad essere più elevate di quelle ex-SIMN, mentre nel restante periodo di confronto la situazione si rovescia. Sono stati dunque presi in considerazione gli spostamenti delle stazioni meteorologiche, per capire se un cambiamento di posizione di una delle due stazioni possa giustificare la variazione del rapporto tra le misure delle due strumentazioni, ma non è stato registrato nessuno spostamento. Approfondendo il confronto si è notato, tuttavia, che a livello

Anche a livello giornaliero i due strumenti registrano gli stessi eventi, mentre a livello orario si evidenziano maggiori differenze: in alcuni casi è lo strumento ex-SIMN ad anticipare quello ARPA, in altri casi avviene il contrario. Nel complesso i valori medi mensili appaiono molto simili, per cui si ipotizza di dare continuità alle due serie, unendole tra di loro. Confrontando i dati mancanti nelle due serie, si nota che dal 1997 sono presenti un maggior numero di lacune nella serie dell'ex-SIMN,

Tabella 3.11
Lacune presenti nelle 10 località selezionate. Nella prima colonna è riportato il numero totale di giorni mancanti in tutto il periodo analizzato (1951-2006), nelle restanti colonne sono riportate le percentuali delle lacune presenti nelle stagioni.

Località	Numero giorni mancanti	Inverno (%)	Primavera (%)	Estate (%)	Autunno (%)
Vercelli	95	35	5	53	7
Piedicavallo	854	28	25	22	25
Luserna S. G.	764	26	24	26	24
Cumiana	1197	26	29	22	23
Torino	86	60	26	3	10
Susa	1928	27	25	24	24
Varallo	801	15	41	28	16
Piamprato	828	24	23	24	29
Bardonecchia	146	56	14	19	10
Salbertrand	194	35	18	5	43

stagionale e mensile negli anni 1991 e 1992 esiste comunque un’alternanza tra i casi in cui è il pluviografo dell’ARPA ad aver misurato quantità maggiori di precipitazione e casi in cui è lo strumento ex-SIMN ad aver misurato di più. Per cui si osserva che in tutto il periodo di confronto esiste una buona corrispondenza tra i dati dell’ex-SIMN e dell’ARPA.

quindi si ritiene opportuno attaccare i dati ARPA a partire dal 1° gennaio 1997. In questo modo si ottiene una serie di dati di precipitazione che ha inizio nel 1951 e prosegue fino ai giorni nostri, dal momento che si tratta di una stazione ancora attiva; le lacune individuate fino al 2003 sono in corrispondenza dell’anno 1977, del periodo 1979-1982 e dell’anno 1984.

3.2.5.7.Torino

Le precipitazioni mensili delle due serie mostrano lo stesso andamento per quasi tutto il periodo di confronto, tuttavia è presente una leggera divergenza intorno all'anno 2000. Analizzando in dettaglio le precipitazioni giornaliere dell'anno indicato, si è rilevato un diverso comportamento nella registrazione delle piogge. Nell'inverno del 2000, le stazioni presentano lo stesso andamento nella registrazione degli eventi piovosi, ma le quantità di

lacune.

3.2.5.8. Valprato Soana

Il periodo di confronto tra le due serie di dati non è particolarmente lungo dal momento che la stazione dell'ex-Idrografico è stata dimessa nel 1999 e la stazione ARPA è stata installata nel 1993. Il periodo di sovrapposizione è di circa 7 anni, ma a causa della presenza di lacune, in una serie o nell'altra, è stato possibile effettuare il confronto su un totale di 60 dati mensili e su 5

Tabella 3.12
Lacune presenti nelle serie mensili di temperatura massima e minima nelle sei località selezionate. Nella prima colonna è riportato il numero totale di giorni mancanti in tutto il periodo analizzato (1951-2003), nelle restanti colonne sono riportate le percentuali delle lacune presenti nelle stagioni.

Località	Numero giorni mancanti	Inverno (%)	Primavera (%)	Estate (%)	Autunno (%)
Asti	2771	27	23	24	25
Oropa	1941	27	24	24	25
Lusema S. G.	1260	16	25	26	33
Torino	591	34	23	20	22
Vercelli	166	29	19	19	33
Varallo	1330	18	22	42	17

pioggia misurate sono diverse. Lo strumento ARPA misura, quasi sempre, una quantità d'acqua leggermente inferiore rispetto allo strumento dell'ex-SIMN ed inoltre, in questo periodo e più in dettaglio il 28 febbraio, si è individuato un errore della stazione ARPA nella registrazione delle piogge.

Si potrebbe ipotizzare di unire le due serie a partire dall'anno 2004, poiché le serie ammettono, nel periodo considerato, lo stesso andamento e la serie appartenente all'ex-SIMN non presenta grosse

totali annuali.

Da questa analisi è risultato che mediamente i dati ex-SIMN e quelli ARPA non presentano eccessive differenze: i totali mensili differiscono del 5% e i dati ex-SIMN risultano più elevati di quelli ARPA.

La tendenza dei valori ex-SIMN ad essere superiori a quelli ARPA non è una costante in tutto il periodo, si ha infatti una continua alternanza tra i due strumenti. La stessa situazione è presente anche a livello dei dati stagionali e annuali. L'analisi stagionale ha evidenziato che le

maggiori differenze sono state riscontrate nella stagione autunnale; in particolare nell'autunno 1994 lo strumento ARPA ha misurato 300 mm di pioggia in più rispetto allo strumento dell'ex-SIMN, mentre nel 1998 si è verificata la situazione contraria con una differenza di circa 140 mm. Non è stato possibile confrontare i dati dell'autunno del 1994 con quelli di località limitrofe, perché non sono stati individuati pluviometri abbastanza vicini da misurare gli stessi eventi piovosi. Dal 1996 è stato attivato il pluviometro di Traversella, per cui i dati di questa località sono stati utilizzati per comprendere i casi di malfunzionamento degli strumenti. Ad esempio, nell'autunno 1998 il pluviometro di Traversella, posto a 1165 metri di altezza, a 11 km di distanza da quello di Piamprato, ha misurato gli stessi eventi piovosi della località di riferimento, anche se con intensità diversa. E' stato possibile, dunque, individuare il malfunzionamento del pluviometro dell'ARPA, che non ha misurato gli eventi di precipitazione dal 1 al 10 ottobre 1998.

Un ulteriore approfondimento del confronto ha evidenziato che a livello giornaliero i due strumenti registrano gli stessi eventi, per circa il 60% dei casi. Sono stati riscontrati molti mesi in cui la correlazione giornaliera risulta particolarmente

bassa e, con maggiore frequenza sembra avvenire nella stagione invernale. L'elevata differenza nei mesi freddi potrebbe essere causata dalla diversa sensibilità dei due strumenti alle precipitazioni nevose. Nei casi in cui si ha una perfetta corrispondenza dei dati giornalieri, a livello orario permangono alcune differenze e in pochi casi si ha una

Tabella 3.13
Percentuale delle lacune presenti nei diversi periodi

Periodo	Percentuale lacune (%)
1960-1969	10
1970-1979	35
1980-1989	10
1990-1999	35
2000-2003	10

perfetta sovrapposizione dei picchi di precipitazione misurata.

Il confronto ha evidenziato un'estrema variabilità nei rapporti tra una serie e l'altra ad elevato dettaglio temporale (precipitazioni giornaliere e orarie), ma tuttavia la corrispondenza tra una serie e l'altra appare buona a livello mensile, stagionale e annuale. Visti tali risultati si propone di costruire una serie di precipitazioni mensili, che unisca i dati dell'ex-SIMN a quelli dell'ARPA.

Osservando le lacune presenti nelle

Località	Anni ricostruiti							
Varallo Sesia	1989	1990	1992	2001				
Lusema S. Giovanni	1966	1967	1973	2002				
Oropa	1976	1978	1987	1993	1994			
Asti	1975	1976	1977	1978	1990	1996	1997	

Tabella 3.14
Anni ricostruiti nelle varie località analizzate.

due serie si ritiene opportuno utilizzare la serie dei dati dell'ex-SIMN fino al 31/12/1998 e dal 1/1/1999 cominciare a considerare i dati ARPA, eliminando il problema di malfunzionamento dello strumento ARPA nel 1998. In tal modo si ottiene una serie di dati dal 1951 ai giorni nostri, dal momento che la stazione dell'ARPA è una stazione attiva; fino al 2003 è presente una sola lacuna, estesa agli anni 1988 e 1989.

3.2.5.9. *Piedicavallo*

Le stazioni meteorologiche di Piedicavallo nel periodo di sovrapposizione, 1996-2003, individuano gli stessi eventi piovosi e misurano le stesse quantità di pioggia, ad eccezione di pochi casi in cui uno strumento non ha funzionato correttamente e nei casi di precipitazioni di forte intensità. Durante questi eventi il pluviografo dell'ex-SIMN è più sensibile, infatti misura sempre una maggiore quantità d'acqua e un maggiore numero di giorni piovosi di forte intensità. Questa differenza non ha influito molto sull'andamento relativo delle serie poiché ammettono valori mensili molto simili.

Alla luce di questo, considerando la completezza delle serie e il buon andamento relativo, si potrebbe ipotizzare un'unione delle serie nell'anno 2003, in modo da mantenere il più possibile la continuità nelle misure della stazione meteorologica appartenente all'ex-SIMN.

3.2.5.10. *Varallo Sesia*

L'analisi dei dati ha mostrato che nel periodo di confronto di 15 anni, dal 1989 al 2003, le precipitazioni mensili della rete ex-SIMN sono superiori a quelle della rete ARPA di circa il 9%. Si osservano alcune differenze a livello stagionale: i due strumenti misurano gli stessi eventi di pioggia nella stagione primaverile ed estiva, mentre in autunno ed inverno i valori di pioggia registrati dal pluviografo ex-SIMN risultano più elevati di quelli ARPA. Non appaiono evidenti variazioni climatiche imputabili alla diversa localizzazione degli strumenti, quindi probabilmente si tratta di differenze strumentali. Questa supposizione trova conferma con il confronto con i dati di stazioni limitrofe. Sono stati confrontati, ad esempio, i dati di precipitazione dell'anno 2001 con le serie di dati delle seguenti località limitrofe: Sabbia (VC), posta a quota 600 m e a 5 km di distanza da Varallo Sesia, Cesara (VB) a quota 500 m a distanza di 7,5 km e Borgosesia (VC) a 359 m e a 12 km di distanza. Con quest'analisi sono stati individuati numerosi casi di non funzionamento del pluviometro ex-SIMN.

L'analisi dei dati giornalieri ha mostrato l'esistenza di una discreta correlazione tra le due serie: l'84% dei mesi ha una correlazione tra i dati giornalieri superiore al coefficiente di 0,70, indicando che i due strumenti misurano gli stessi eventi. Anche nel confronto tra le precipitazioni suddivise in classi di intensità giornaliera si sono ottenuti buoni risultati. L'analisi dei dati

orari rivela una differenza tra le misure dei due strumenti, con i dati ARPA ritardati rispetto a quelli ex-SIMN.

Per decidere il momento in cui interrompere la serie ex-SIMN e considerare i dati ARPA, al fine di creare una serie unica, è opportuno individuare la presenza delle lacune nelle due serie, in modo da costruire una serie il più possibile priva di interruzioni. La serie ex-SIMN presenta alcune interruzioni proprio a partire dal 1989, anno in cui comincia la registrazione da parte dello strumento ARPA. La prima interruzione riguarda gli anni 1989 e 1990, a cui segue una registrazione di dati che supera il valore dell'80% di dati mensili, fino al 1997. Per mantenere il più possibile la continuità delle misurazioni della stazione meteorologica dell'ex-SIMN si propone di attaccare la serie dei dati provenienti dalla stazione dell'ARPA a partire dal 1998. In tal modo si ottiene una serie di dati di precipitazione che comincia dal 1951 e prosegue fino ai giorni nostri e che, fino al periodo analizzato (2003), presenta una lacuna in corrispondenza degli anni 1989 e 1990.

3.2.5.11. Vercelli

Le stazioni meteorologiche di Vercelli nel periodo analizzato, 1994-2003, individuano gli stessi eventi piovosi e registrano quantità d'acqua molto simili, tranne nei periodi di mal funzionamento degli strumenti. L'anno in cui si potrebbe ipotizzare un'unione tra le serie è il 2003, perché si manterrebbe il più

possibile la continuità nelle misure della stazione appartenente all'ex-SIMN.

3.2.6. Conclusioni

Al termine dello studio condotto, si è osservato che per quanto riguarda i dati di temperatura in tutte le località considerate esistono differenze statisticamente significative tra i valori delle serie dei due differenti Enti. Infatti, le applicazioni del test di Student e del test di Kolmogorov-Smirnov hanno fornito risultati inferiori al valore di 0,50, stabilito come soglia, sia nel caso delle temperature massime che delle minime. Il confronto è stato svolto su base giornaliera, mensile, annuale e stagionale (cfr. Cap. 2). In alcune località la differenza tra le misure dei due strumenti risulta imputabile alla diversa ubicazione geografica, come nel caso di Alagna Valsesia, Asti, Luserna S.G. E Varallo Sesia, in cui uno strumento è posto nei pressi del centro abitato del paese e l'altro, invece, risulta posizionato in un luogo più aperto; in altri casi, invece, tale discordanza tra i valori è esclusivamente dovuta alle differenti strumentazioni utilizzate, poiché le stazioni meteorologiche risultano poco distanti una dall'altra e presentano le stesse condizioni geografiche. A questo proposito è significativo il caso delle località di Ala di Stura, Biella, Bra, Casale M.to, Oropa, Piedicavallo, Torino e Vercelli, in cui le due stazioni sono collocate a

Undici delle coppie di serie pluviometriche sono, invece, risultate confrontabili tra loro, mostrando una differenza inferiore al 10% tra le quantità di precipitazioni misurate dai due strumenti. Si tratta delle località di Bardonecchia, Ceresole Reale, Cumiana, Luserna S. Giovanni, Salbeltrand, Susa, Torino e Valprato Soana, in provincia di Torino, e di Piedicavallo, Varallo Sesia e Vercelli, in provincia di Vercelli. Per tali località, è stata valutata la possibilità di unire le due serie di valori, creando una continuità tra le serie di dati provenienti dalle due differenti reti meteorologiche. Per ciascuna località, osservando i risultati ottenuti dal confronto e valutando la presenza di eventuali lacune all'interno di ogni singola serie, è stato individuato un possibile anno di unione tra la serie dell'ex-SIMN e

3.3 RISULTATI RICOSTRUZIONE

Nelle dieci serie analizzate sono stati individuati 47 mesi mancanti. La

serie che presenta il maggior numero di lacune appartiene alla località di Varallo Sesia con 11 mesi irreperibili, il 23% dei valori ricostruiti. Il minor numero di lacune s'individua nella serie di Luserna S. Giovanni con 0 mesi mancanti (Tabella 3.11).

La maggior parte delle lacune (il 15% dei casi) si è verificata nel mese di settembre, mentre giugno presenta il minor numero di mancanze (2% dei casi). Nei restanti mesi la percentuale varia tra il 4% e l'13% (Figura 3.21).

La ricostruzione di ogni valore è avvenuta impiegando 5 metodi diversi (NR, ID, MR, M e P) e questo ha permesso di disporre, per ogni lacuna, di cinque valori.

La selezione del valore, che meglio ricostruiva il dato mancante, è stata eseguita scegliendo il coefficiente di correlazione più elevato tra la serie originaria e la serie ricostruita adottando i diversi metodi. La selezione ha individuato che nel 49% dei casi il mese mancante è stato sostituito con il valore ricavato utilizzando il metodo Multiple Regression (MR), per il 17% il metodo Normal Ratio (NR) e Product (P) e, infine il 9% dei dati è stato ricostruito utilizzando entrambi i metodi rimasti (Inverse Distance, ID, e Median, M).

I coefficienti di correlazione variano tra 0,61 e 1. Il valore massimo si è calcolato nei mesi di gennaio mentre il valore minimo nel mese d'agosto (Figura 3.22).

3.3.1.2. Ricostruzione serie annuali di precipitazione

Nelle serie analizzate si sono ricostruiti alcuni valori annuali poiché le serie mensili presentavano troppe lacune da permettere una corretta ricostruzione. Si sono ricostruiti 18 valori annuali e nella maggior parte delle serie l'interruzione si è manifestata negli anni ottanta, tra il 1980 e il 1989. Prendendo in considerazione tutte le stazioni esaminate (Figura 3.23), risulta Cumiana la località con il maggior numero di lacune, ben 5 anni ricostruiti, il 28% dei casi studiati, mentre le serie di Torino, Bardonecchia e Vercelli non presentano lacune annuali.

Il metodo utilizzato nella sostituzione del valore mancante a livello annuo è MR, adottato in tutti i casi (Figura 3.24).

3.3.2. Ricostruzione serie temperature

Nelle 15 località, dove si hanno a disposizione i dati di temperatura massima e minima, è stato possibile ricostruire solo sei serie. Infatti, nella maggior parte delle serie presentano estese lacune di alcune decine di anni, ciò non permette una corretta ricostruzione dei valori.

Le serie di temperatura massima e minima presentano gli stessi periodi mancanza di dati. Ciò si spiega in quanto la maggior parte delle stazioni meteorologiche utilizza come strumento di misura il termografo. Un guasto allo

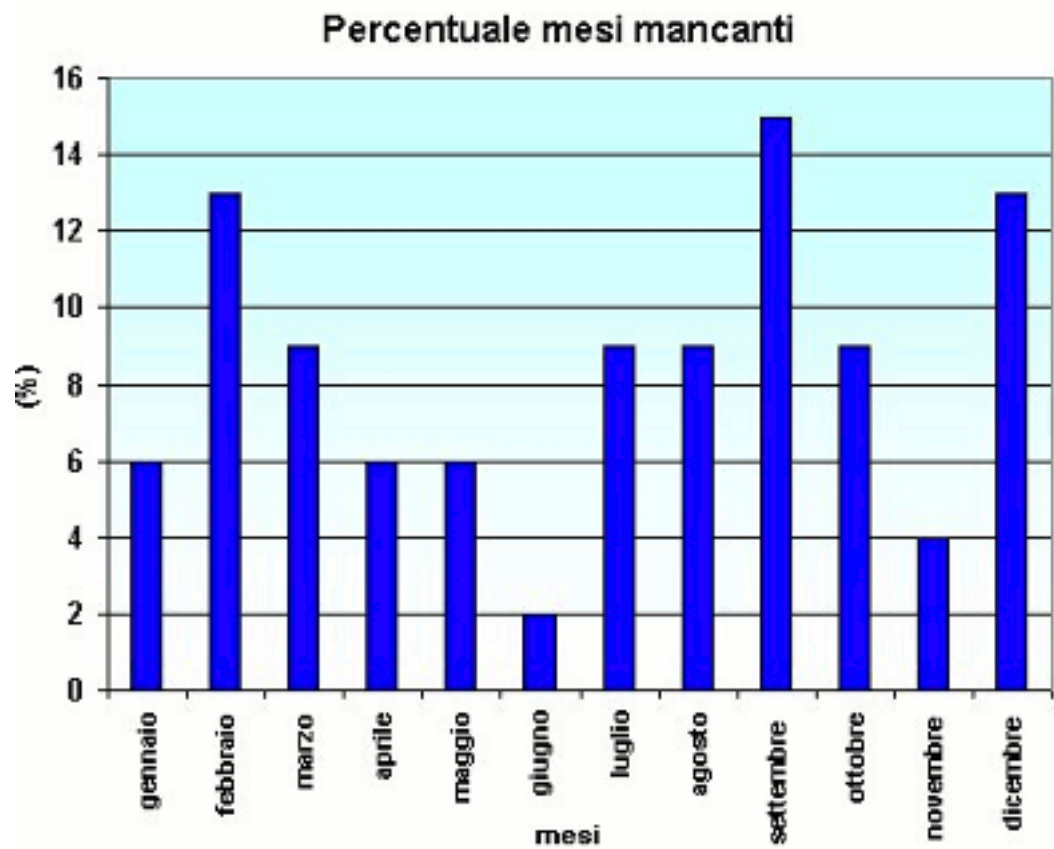
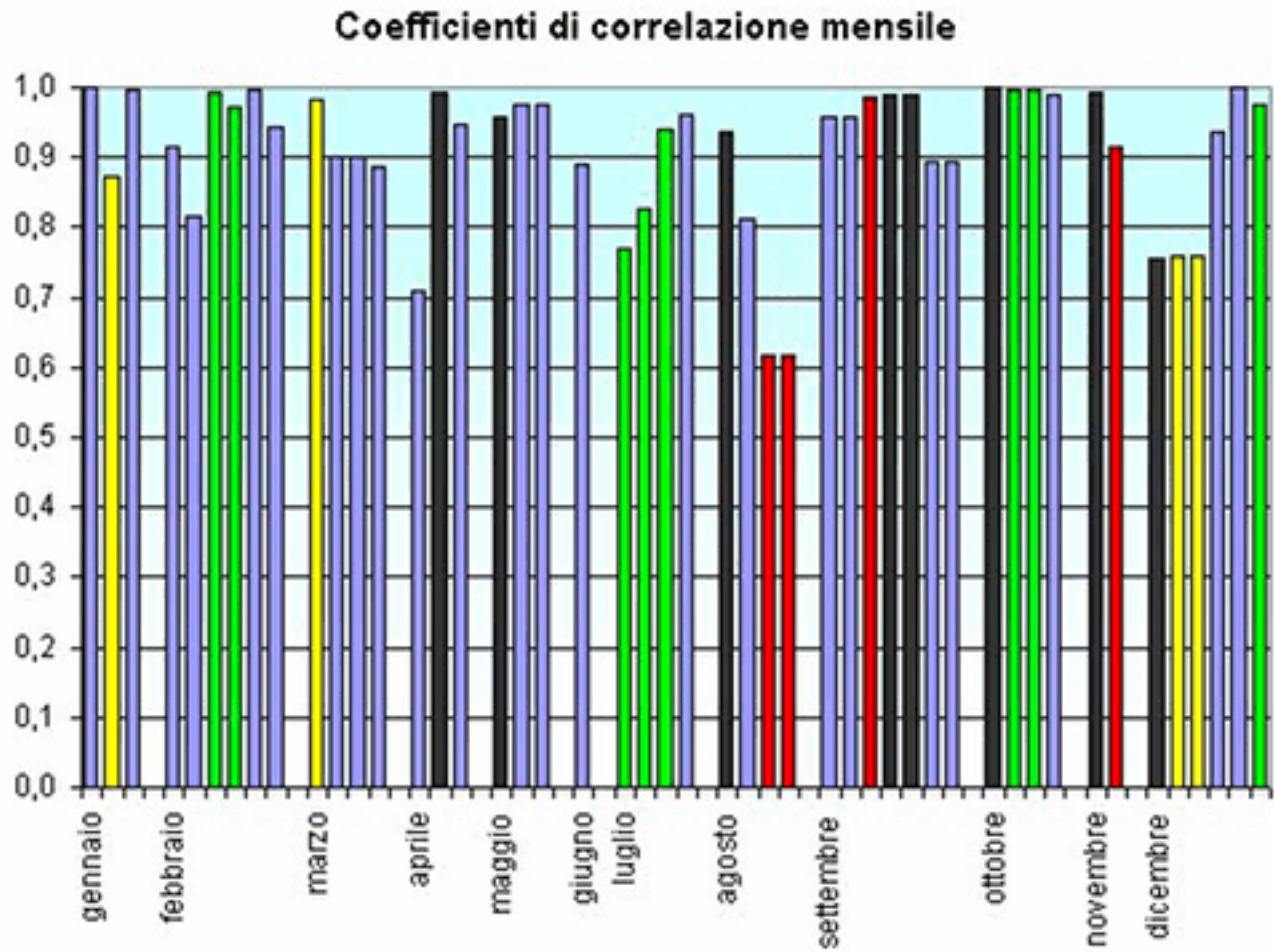


Figura 3.21
Percentuale delle
lacune individuate in
ogni mese.

Figura 3.22
Coefficienti di
correlazione medi
mensili calcolati per
ogni mese
utilizzando i diversi
metodi. In giallo ID,
in azzurro MR, in
nero P, in verde NR e
in rosso M.



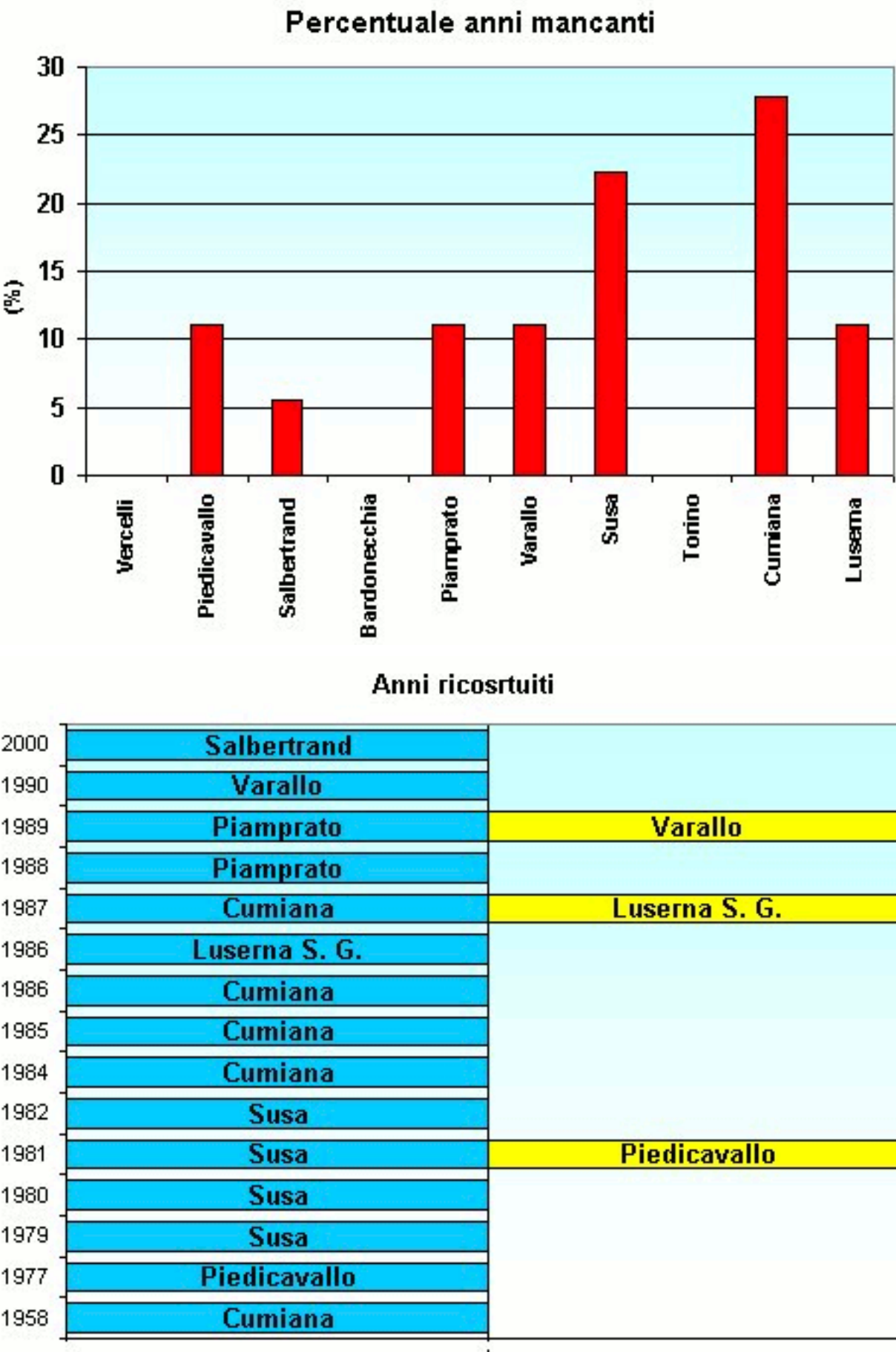


Figura 3.23
Sopra, percentuale delle lacune annuali ricostruite nelle 11 località. Sotto, anni ricostruiti nelle località analizzate.

Figura 3.24
Coefficienti di correlazione calcolati per ogni anno ricostruito e metodo di ricostruzione.

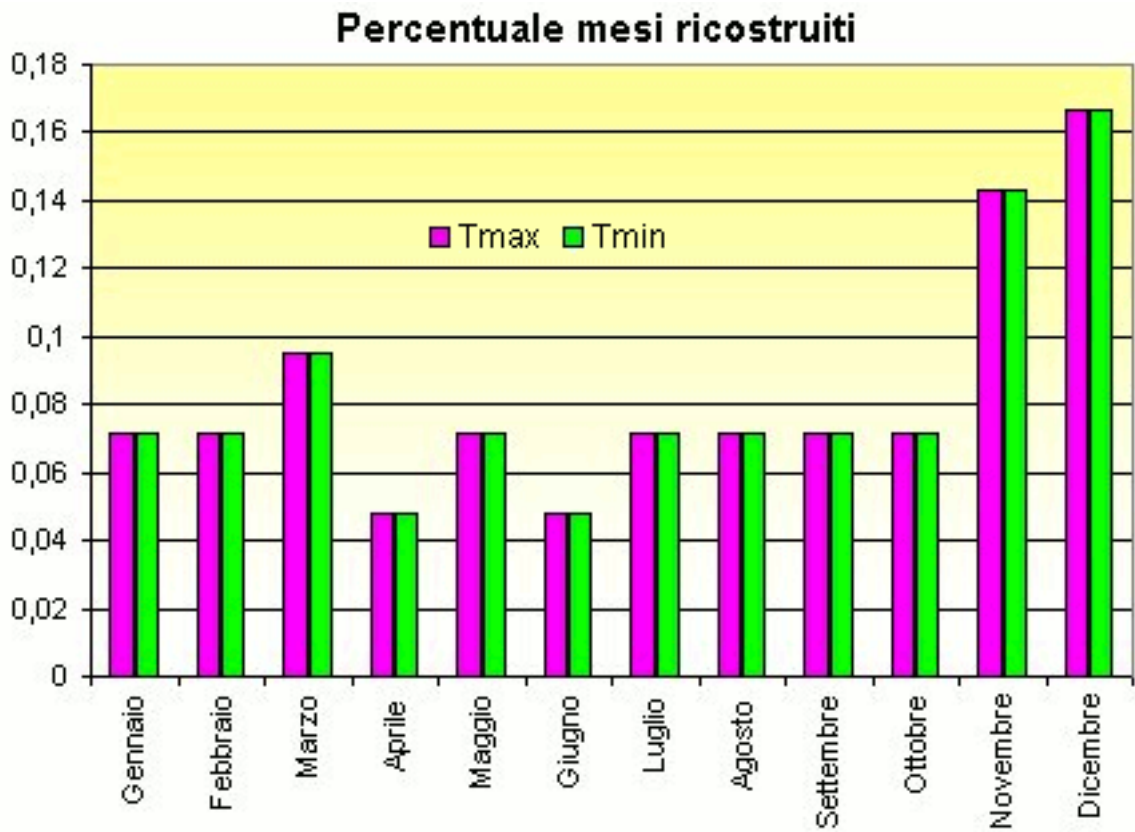
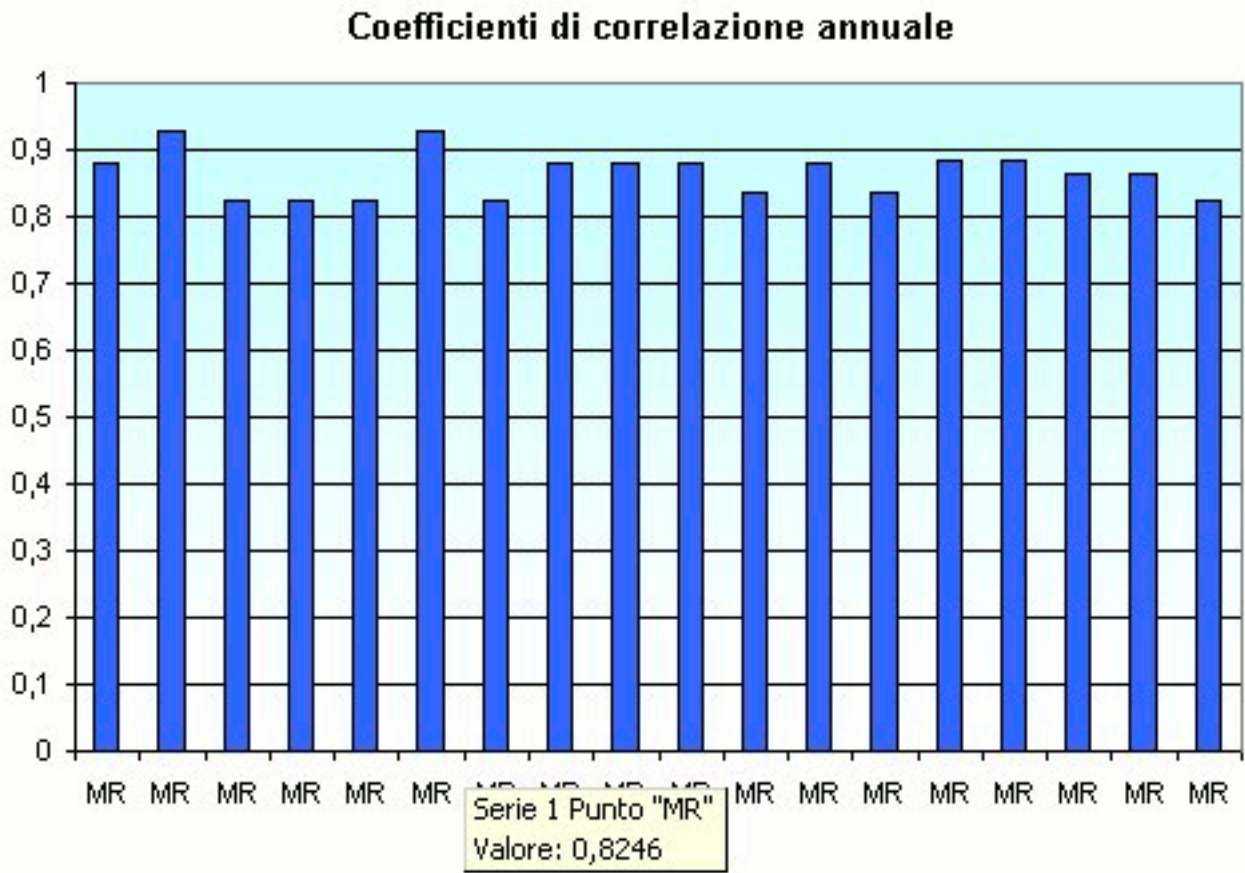


Figura 3.25
Percentuale delle
lacune mensili
ricostruite nelle 6
località selezionate.

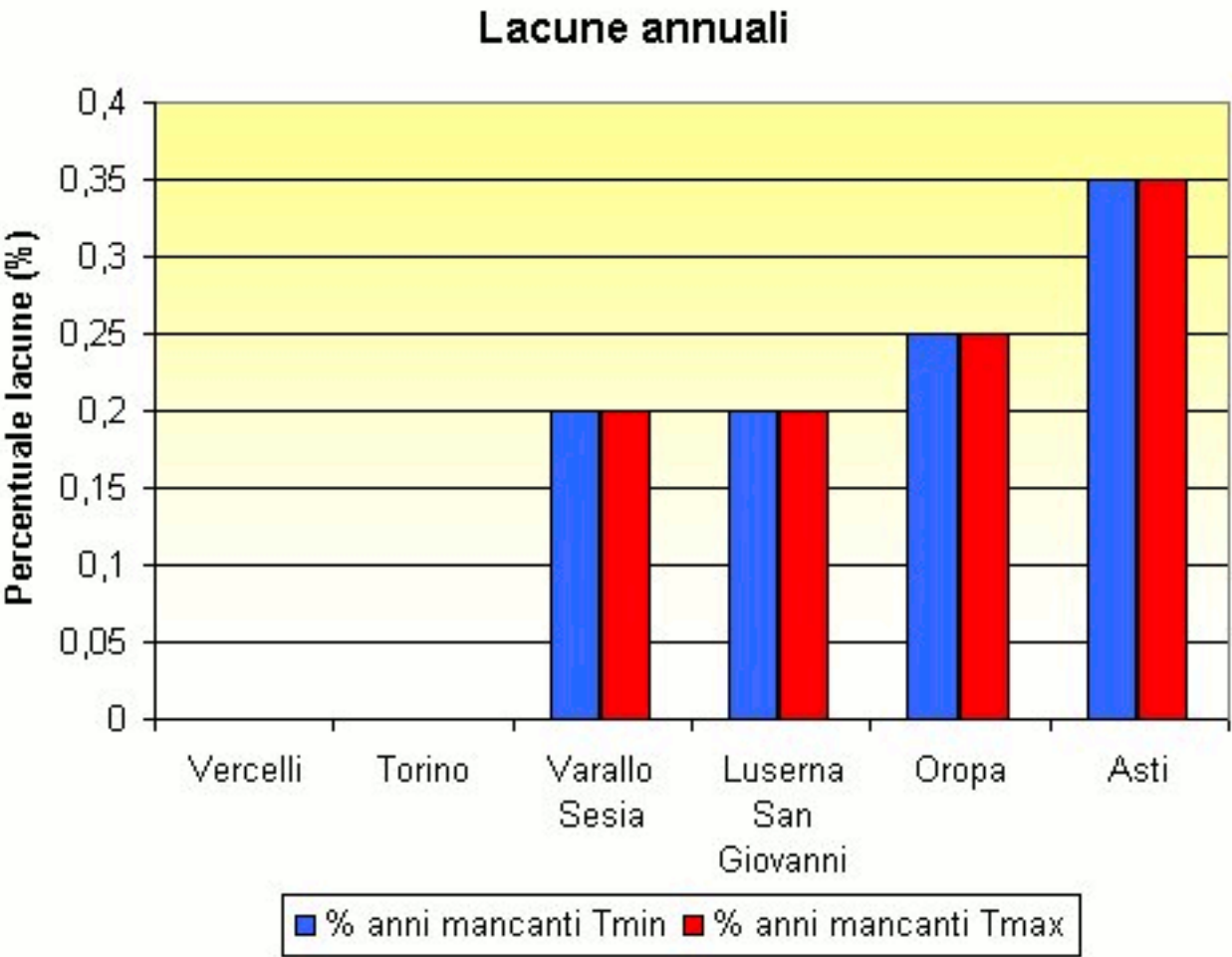


Figura 3.27
Percentuale delle lacune annuali ricostruite nelle 6 località

Tabella 3.12
Lacune presenti nelle serie mensili di temperatura massima e minima nelle sei località selezionate. Nella prima colonna è riportato il numero totale di giorni mancanti in tutto il periodo analizzato (1951-2003), nelle restanti colonne sono riportate le percentuali delle lacune presenti nelle stagioni.

Località	Numero giorni mancanti	Inverno (%)	Primavera (%)	Estate (%)	Autunno (%)
Asti	2771	27	23	24	25
Oropa	1941	27	24	24	25
Lusema S. G.	1260	16	25	26	33
Torino	591	34	23	20	22
Vercelli	166	29	19	19	33
Varallo	1330	18	22	42	17

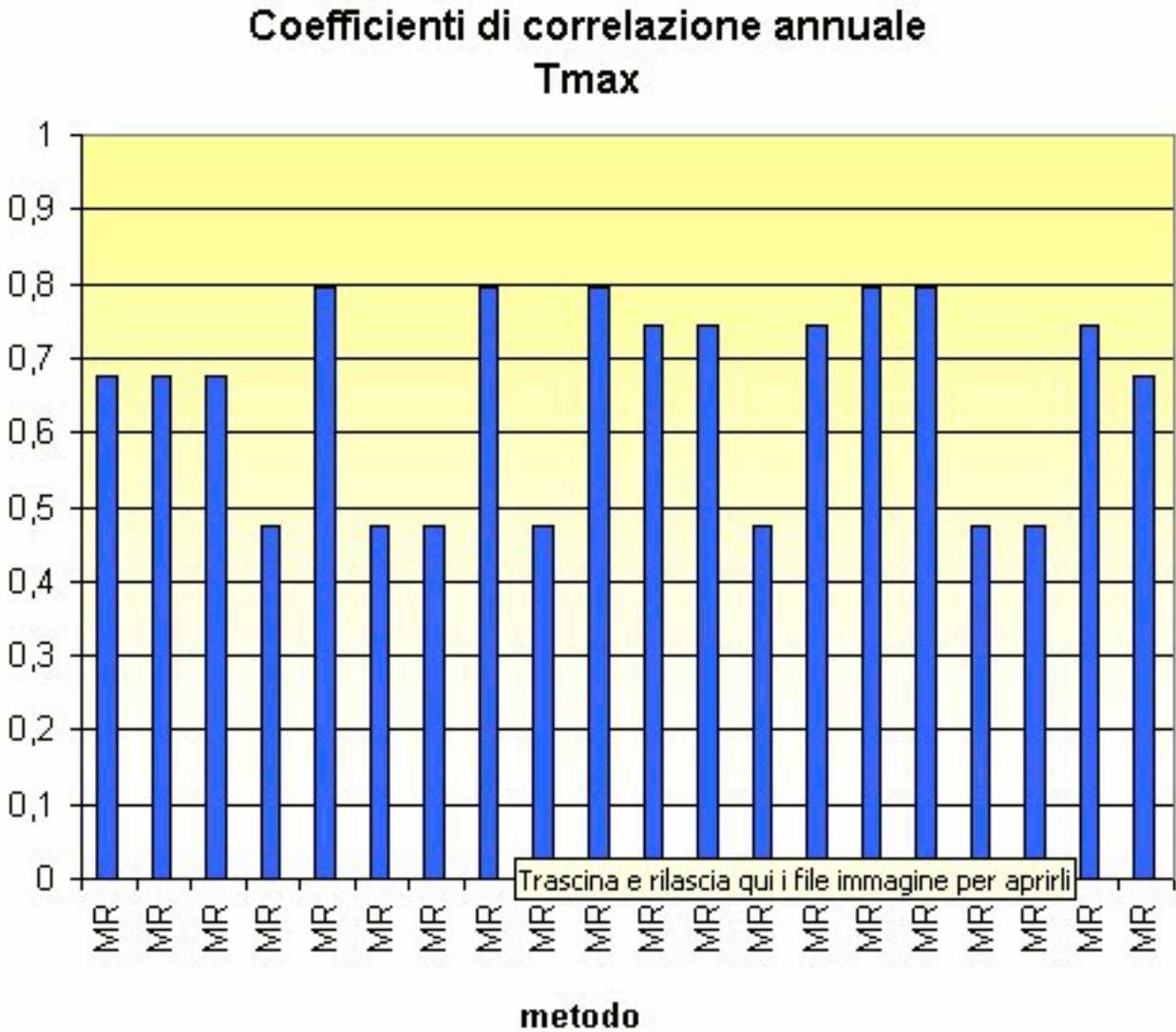


Figura 3.28
Coefficiente di correlazione annuale e metodi utilizzati nella ricostruzione del valore annuale di temperatura massima (sopra) e minima (sotto). In azzurro metodo MR, in rosso M.

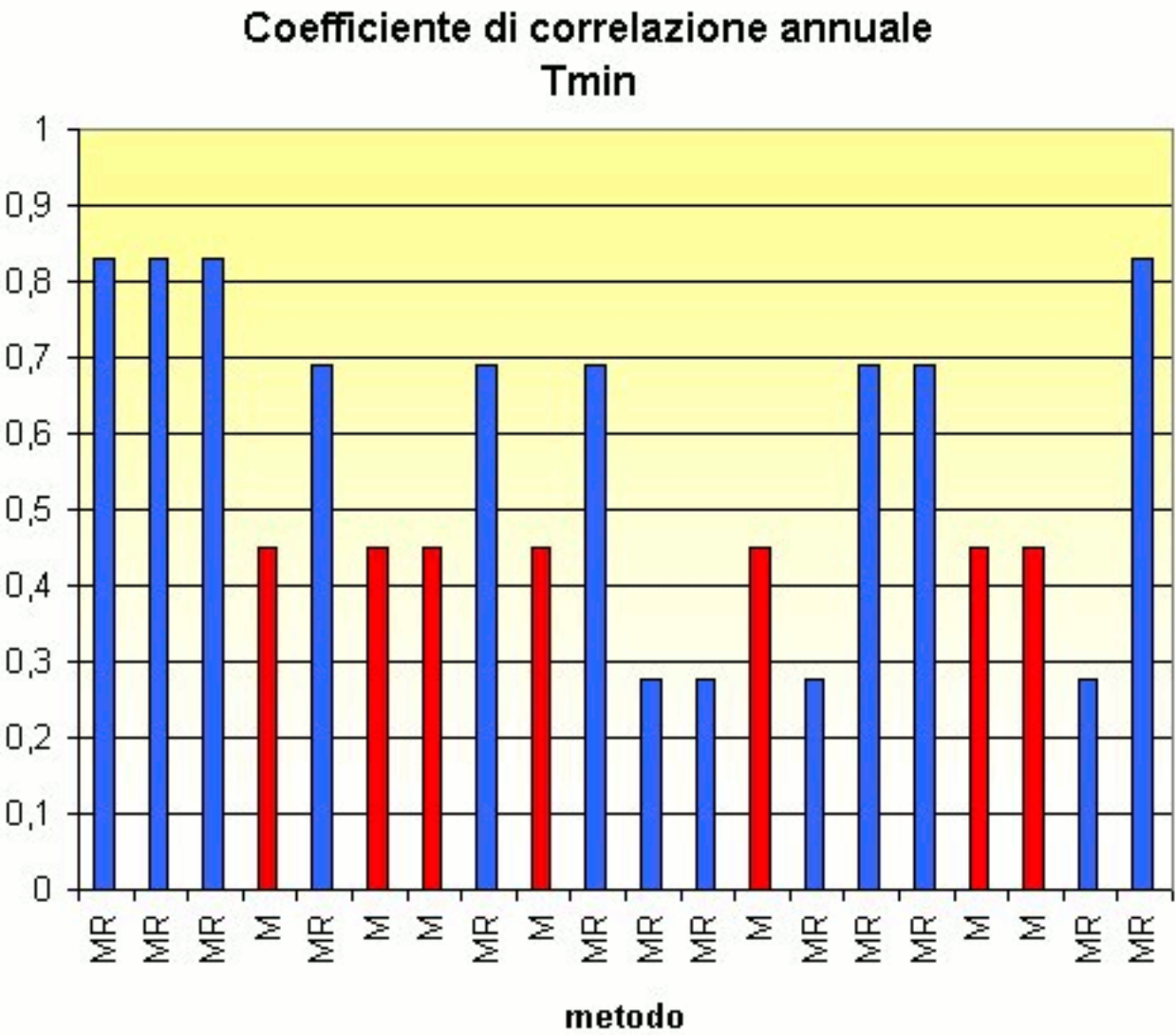
strumento pregiudica la perdita sia
dei valori di temperatura massima
che minima.

3.3.2.1. Ricostruzione serie mensili di temperatura massima e minima

Le sei località analizzate sono Asti (AT), Luserna S. Giovanni (TO), Oropa (BI), Varallo Sesia (VC), Torino (TO) e Vercelli (VC). Si sono

individuate 42 lacune mensili nelle serie delle temperature massime e minime. La località che presenta il maggior numero di mancanze è Torino con 11 mesi irreperibili, il 26% dei valori ricostruiti, seguita da Varallo Sesia con 10 mesi mancanti, il 24% dei casi, mentre Oropa presenta il minor numero di dati assenti, solo 2 mesi di lacune, il 5% dei casi analizzati (Tabella 3.12).

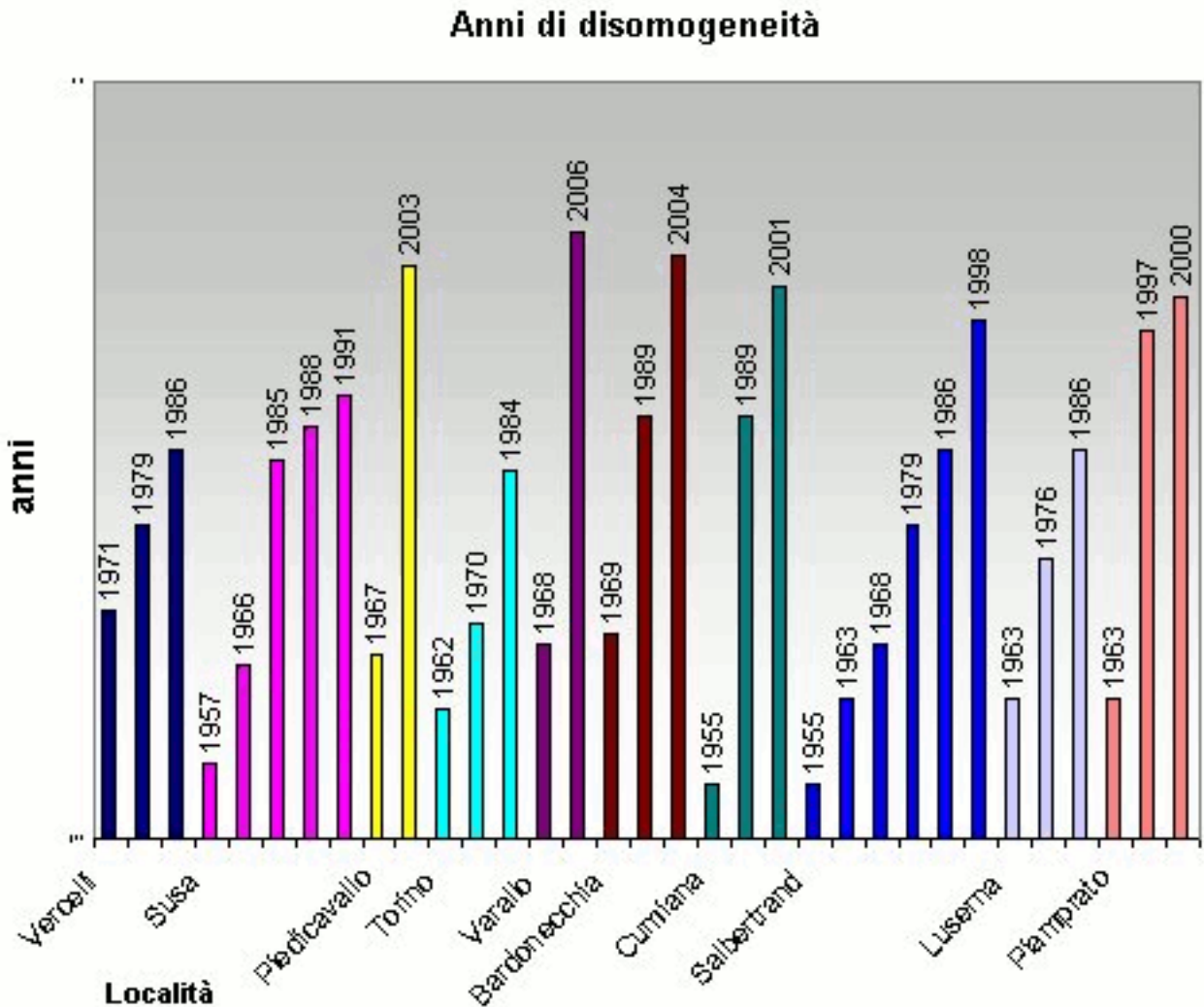
Figura 3.28b
Coefficiente di correlazione annuale e metodi utilizzati nella ricostruzione del valore annuale di temperatura massima (sopra) e minima (sotto). In azzurro metodo MR, in rosso M.



Il mese nel quale si è riscontrato il maggior numero di lacune è dicembre con il 17% dei valori mancanti seguito da novembre con il 14% e da marzo con il 10% dei valori ricostruiti. Il minor numero di mancanze si è verificato nel mese d'aprile e di giugno con solo il 5% dei casi studiati (Figura 3.25).

Per la serie delle temperature massime mensili il metodo utilizzato nella maggior parte dei casi, 86% dei valori ricostruiti, è stato calcolato utilizzando MR mentre il restante 14% dei dati è stato sostituito, in ugual misura, dai valori ottenuti con i restanti metodi, NR ID e M, (Figura 3.27). Per le serie delle temperature minime il metodo

Figura 3.29
Anni di disomogeneità individuati dal test SNHT nelle serie annuali di precipitazione.



più utilizzato, adottato nel 74% dei casi, è MR seguito da M, impiegato nel 17 %, dal NR per il 7% e il restante 2% delle lacune è stato sostituito dai valori calcolati utilizzando ID (Figura 3.26).

I coefficienti di correlazione tra le serie originarie e ricostruite con i diversi metodi presentano un range molto elevato. I coefficienti delle serie delle temperature minime variano tra 0,33, calcolato nel mese di agosto, e 0,99, ottenuto nel mese

di dicembre, mentre, per le serie delle temperature massime, variano tra 0,41, quantificato nel mese di dicembre, e 0,99, calcolato nel mese di giugno.

3.3.2.2. Ricostruzione serie annuali di temperatura massima e minima

Per le serie annuali delle temperature massime e minime si sono ricostruiti 20 valori annuali. La località con il maggior numero di

lacune annuali è Asti con ben 7 anni irreperibili, il 35% dei casi studiati, seguita da Oropa con 5 anni mancanti, il 25% dei valori calcolati (Figura 3.27).

Il 35% dei valori annuali ricostruiti appartiene sia agli anni 90, tra il 1990 e il 1999, che agli anni 70, tra il 1970 e il 1978, (Tabella 3.13). Gli anni nei quali si sono riscontrate il maggior numero di lacune sono il

1976, il 1978 e il 1990 (Tabella 3.14).

Per la serie delle temperature massime, per colmare le lacune esistenti, è stato utilizzato il metodo MR mentre, per le serie delle temperature minime si sono utilizzati sia il metodo MR (nel 65% dei casi) e sia il metodo M (35% dei casi) (Figura 3.28). Il calcolo dei coefficienti di correlazione nelle serie ricostruite non presentano

Figura 3.30
Anni di discontinuità individuati dal test SNHT nelle serie delle temperature massime analizzate.

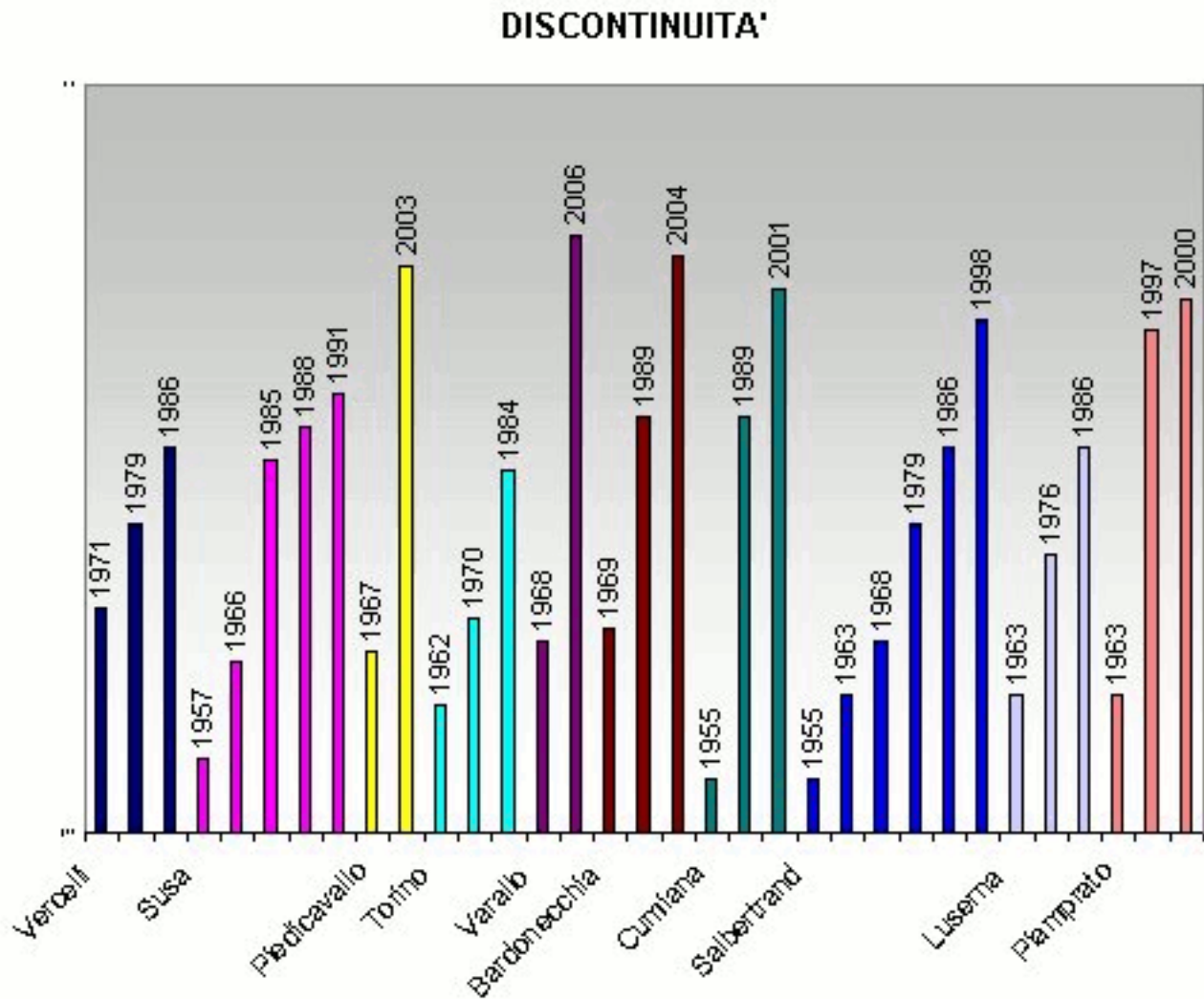
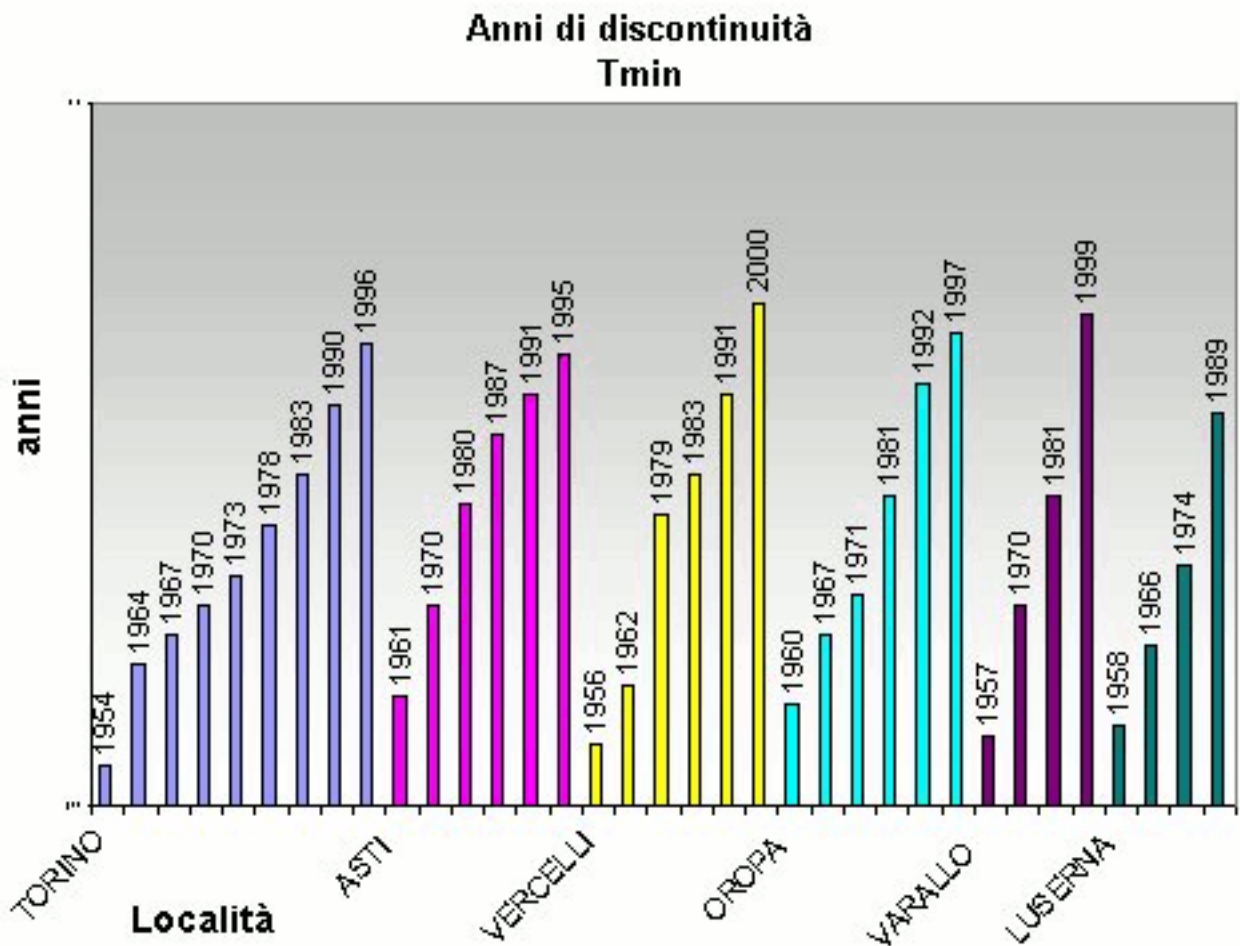


Figura 3.31

Anni di discontinuità individuati dal test SNHT nelle serie delle temperature minime.



valori molto elevati e variano tra 0,28 e 0,83.

3.4 OMOGENEIZZAZIONE DELLE SERIE ANNUALI DI PRECIPITAZIONE

Le serie annuali delle precipitazioni nelle dieci località selezionate durante il confronto e

successivamente completate, sono state omogeneizzate utilizzando lo Standard Normal Homogeneity Test (SNHT).

L'applicazione del test, che si basa sull'utilizzo di una serie di riferimento considerata omogenea, ha individuato diversi periodi di discontinuità all'interno delle serie analizzate. Nella località di Piedicavallo e Varallo sono stati evidenziati solo due anni di disomogeneità mentre, a Salbertrand e Susa rispettivamente 6 e 5 anni e, nelle restanti località, 3

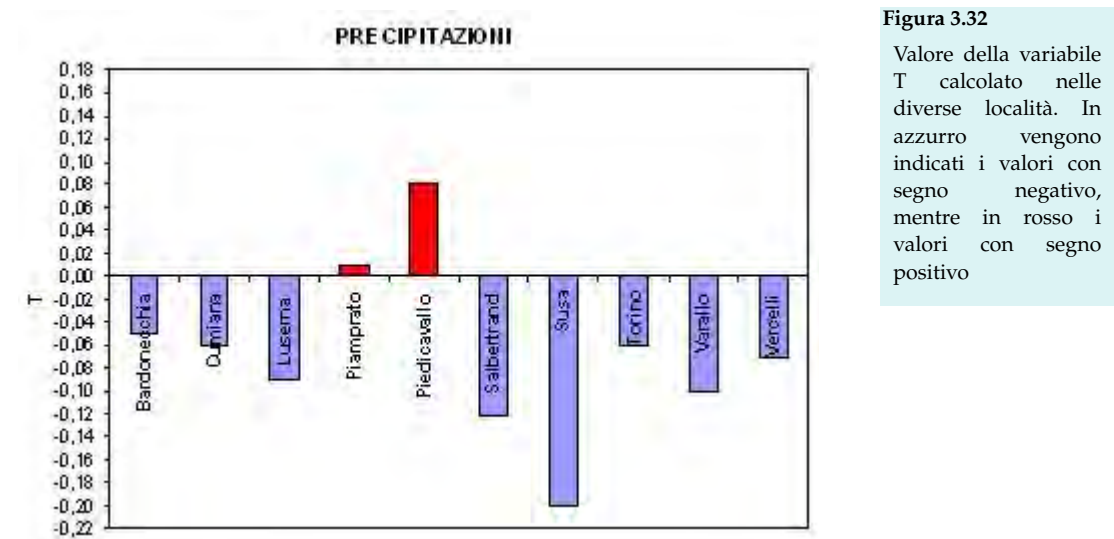
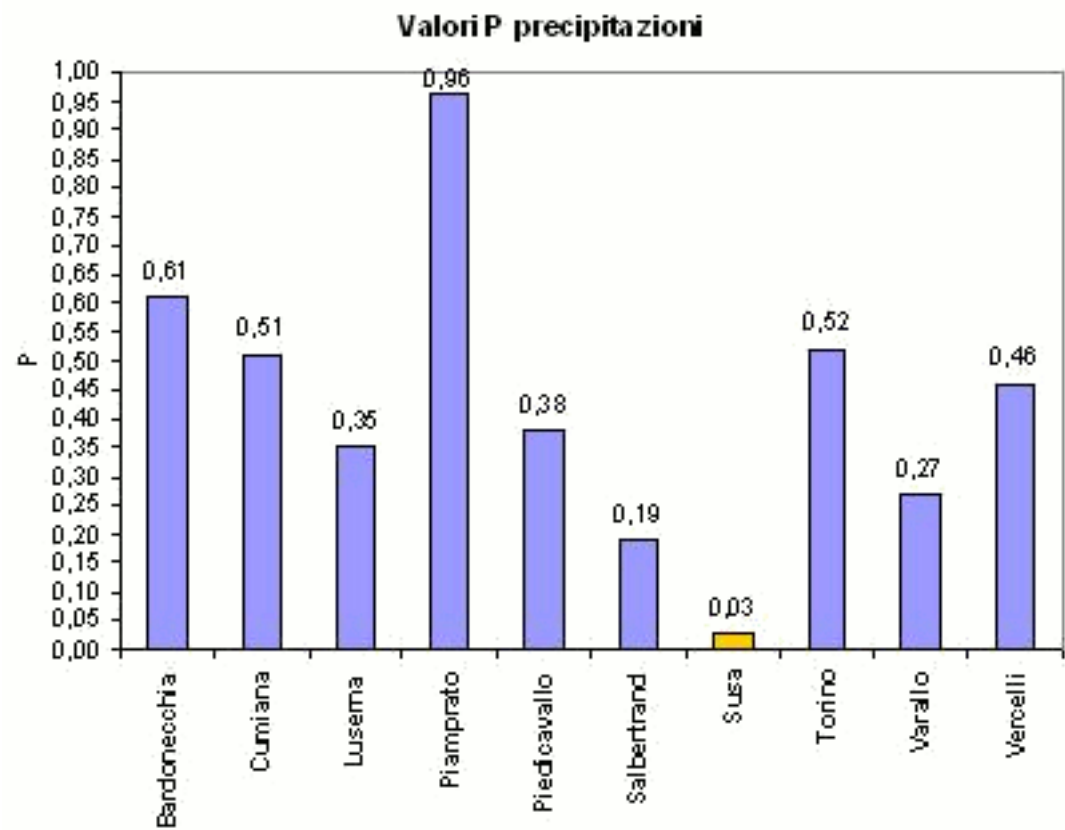


Figura 3.33
Valore della variabile P calcolato nelle diverse località. In azzurro vengono indicate le località con i trend non accettabili statisticamente, mentre in giallo le località con trend statisticamente accettabili.

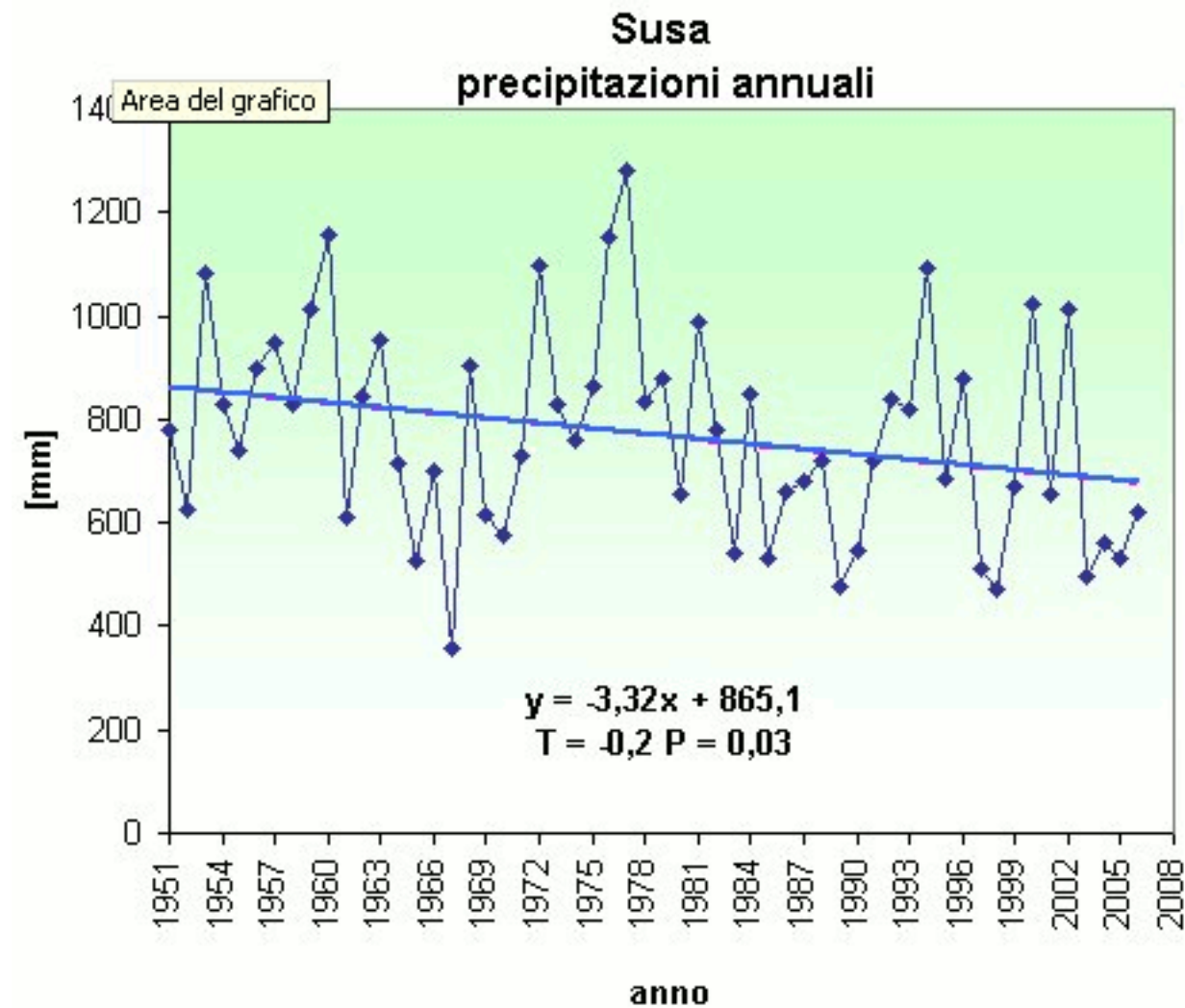


anni di variazione. Nelle serie analizzate non è stato individuato un anno di disomogeneità in comune nelle diverse località. Molti anni sono stati individuati in un'unica serie, altri in due stazioni e solo il 1963 e il 1986 sono stati evidenziati in 3 serie contemporaneamente. Il 1963 è stato individuato nelle stazioni di Lucerna S. Giovanni, Salbertrand e Piamprato, mentre il 1986 a Lucerna

S. Giovanni, Salbertrand e Vercelli (Figura 3.29)

I fattori di correzione, calcolati dal test nei vari periodi di discontinuità, hanno permesso di correggere le variazioni non climatiche presenti nelle serie annuali di precipitazioni. Questi fattori di correzione assumono dei valori molto variabili sia da località a località che all'interno della stessa serie. I fattori presentano valori compresi tra 0,75

Figura 3.34
Andamento delle precipitazioni cumulate annuali di Susa nel periodo 1951-2006 e relativo trend.



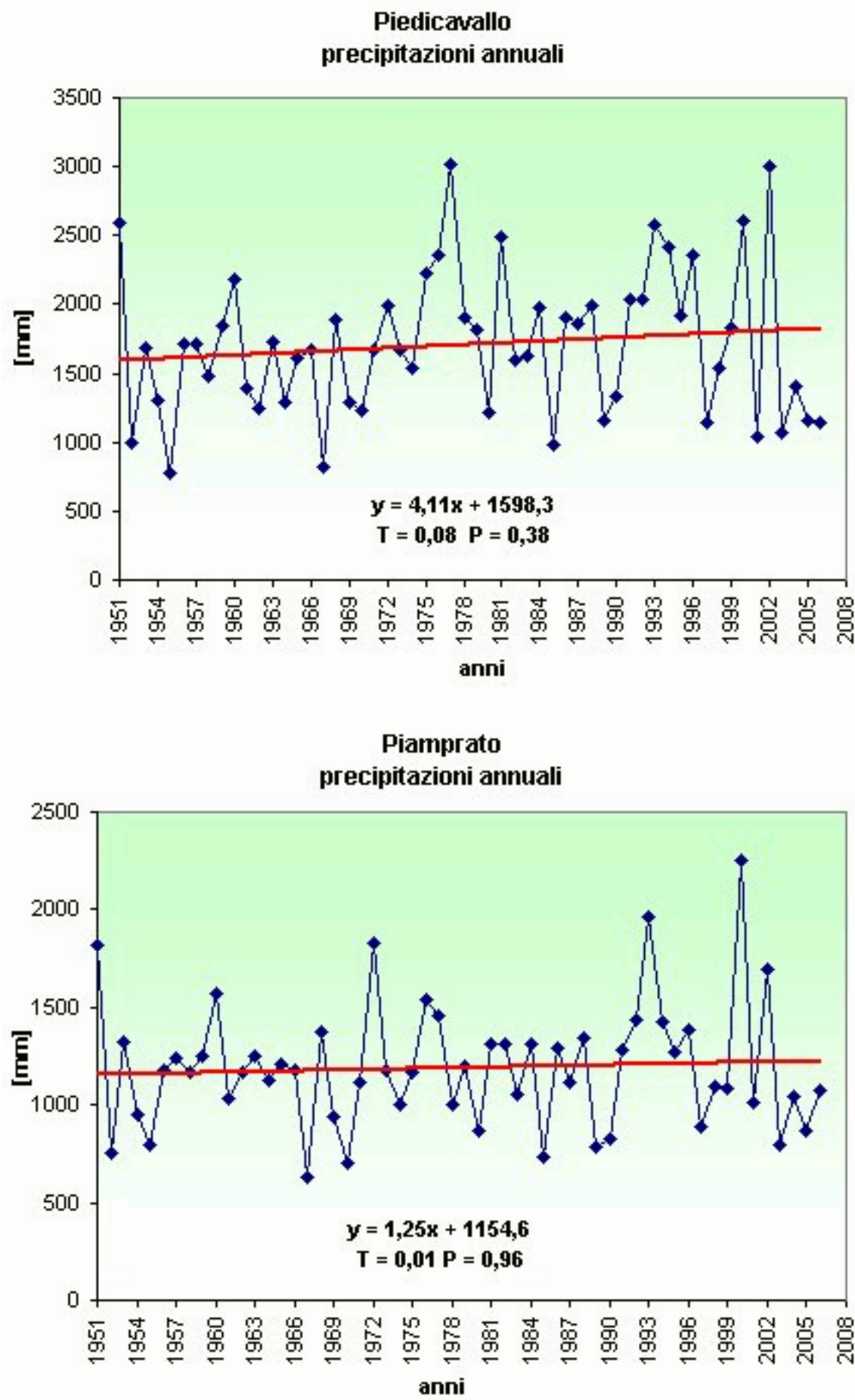
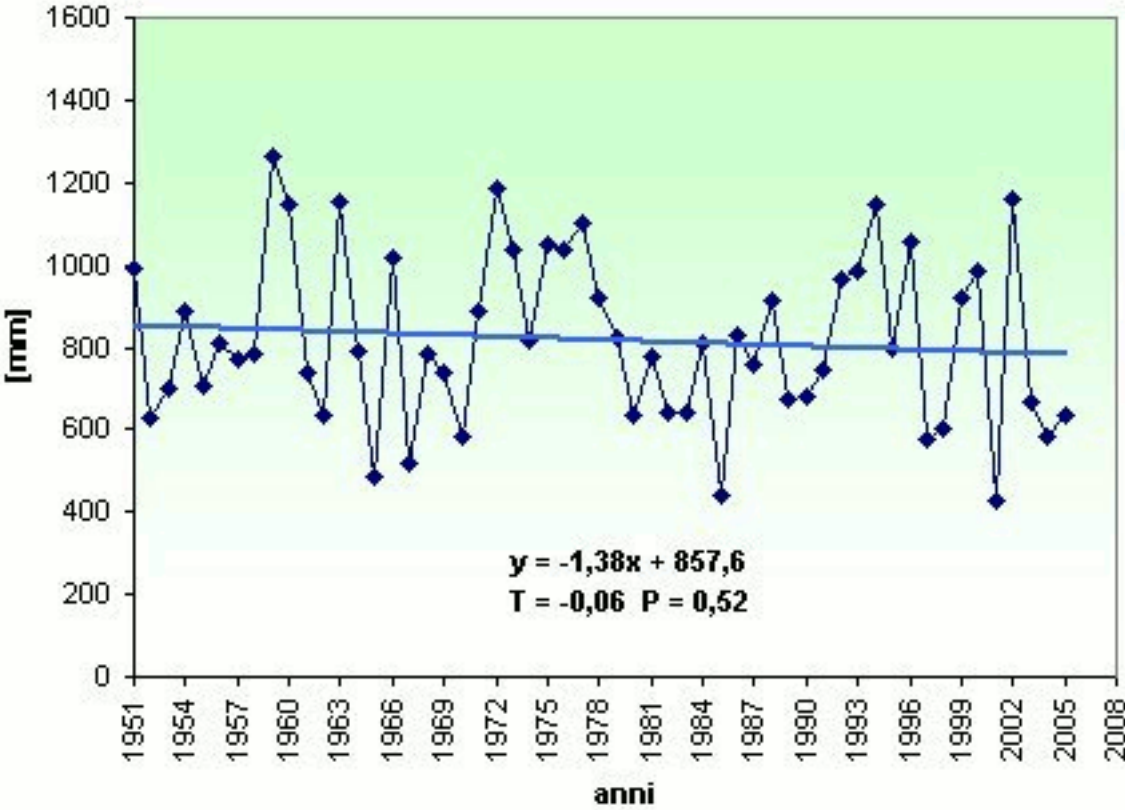
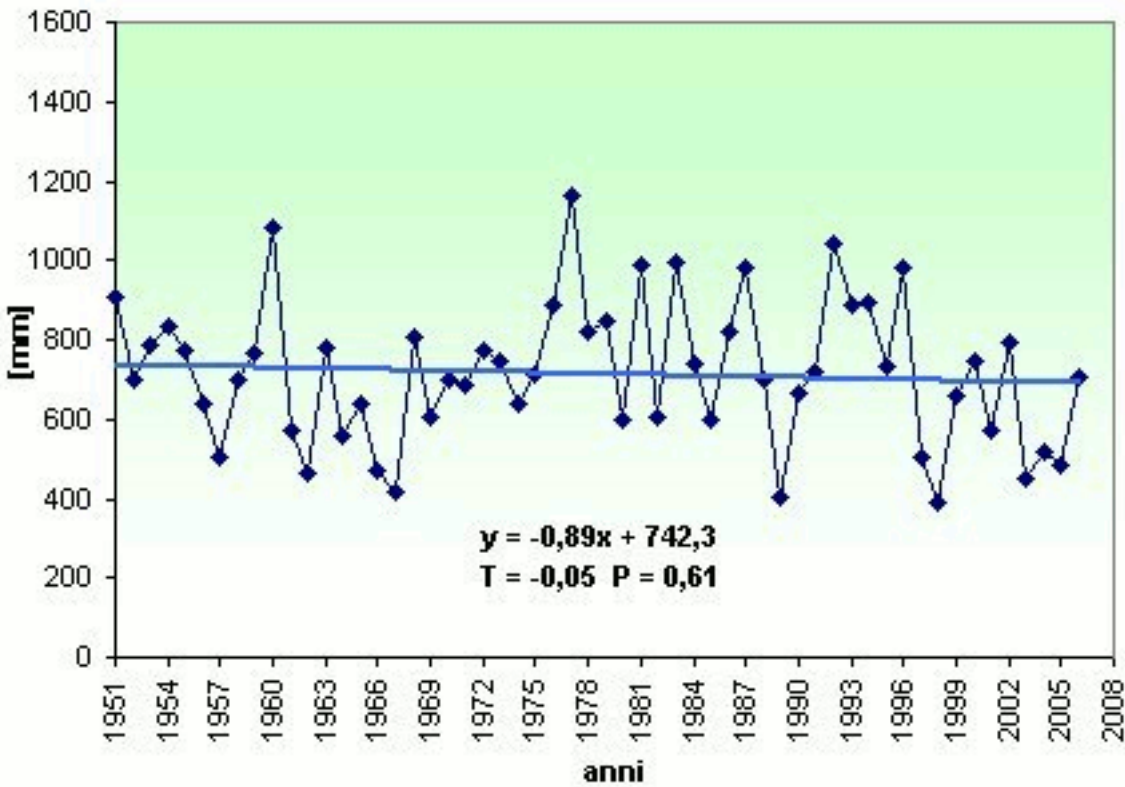


Figura 3.35
Andamento delle precipitazioni cumulate annuali delle località analizzate, nel periodo 1951-2006, e i relativi trend. In rosso vengono indicati i trend positivi, in azzurro i trend negativi. (continua pag. succ.)

Torino
precipitazioni annuali



Bardonecchia
precipitazioni annuali



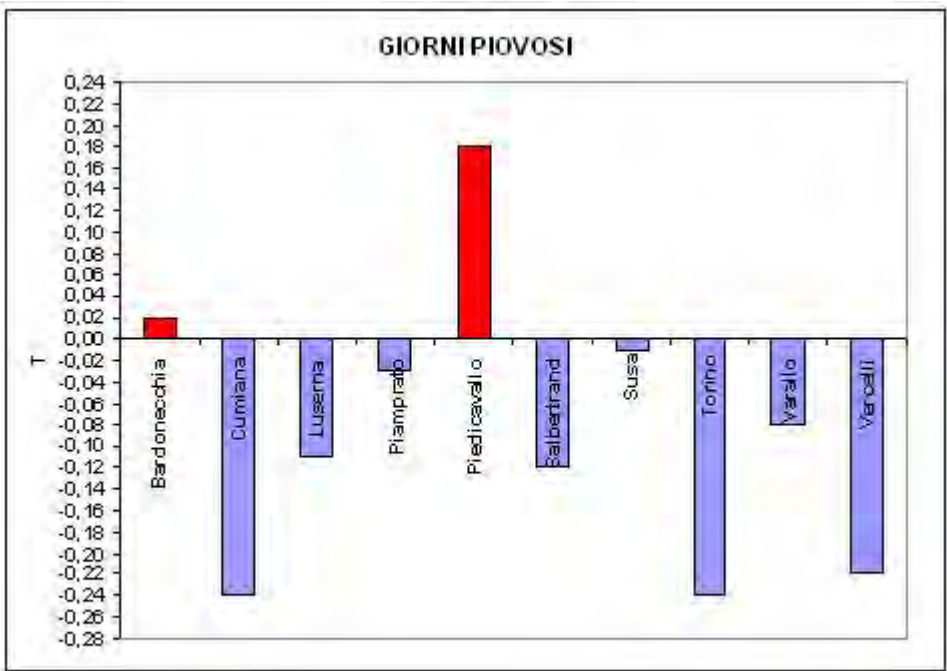


Figura 3.36
Valore della variabile T calcolato nelle diverse località. In azzurro vengono indicati i valori con segno negativo, mentre in rosso i valori con segno positivo.

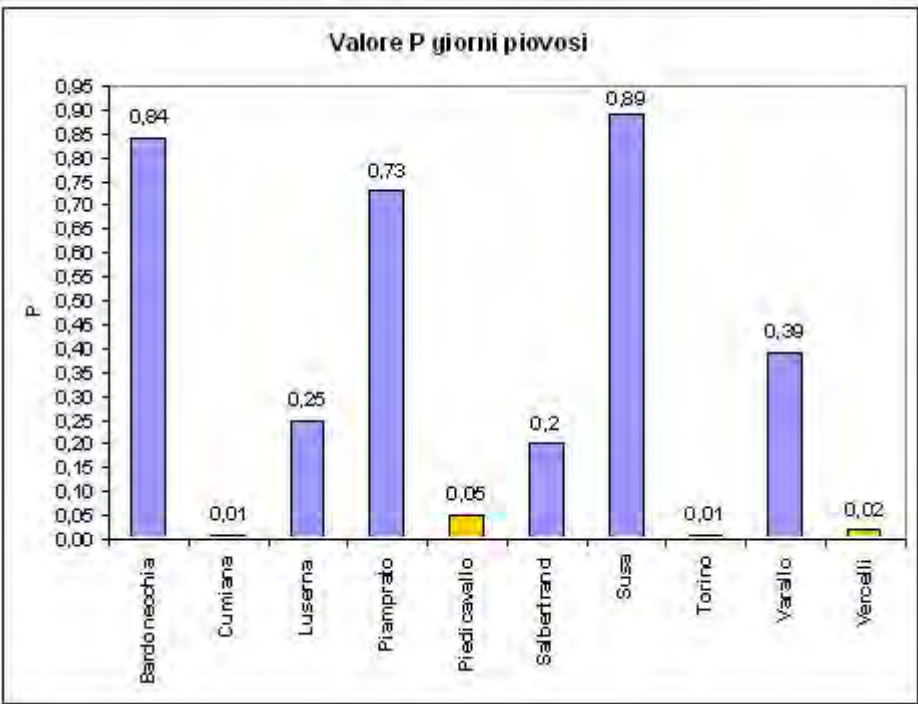


Figura 3.37
Valore della variabile P calcolato nelle diverse località. In azzurro vengono indicate le località con i trend non accettabili statisticamente, mentre in giallo le località con trend statisticamente accettabili.

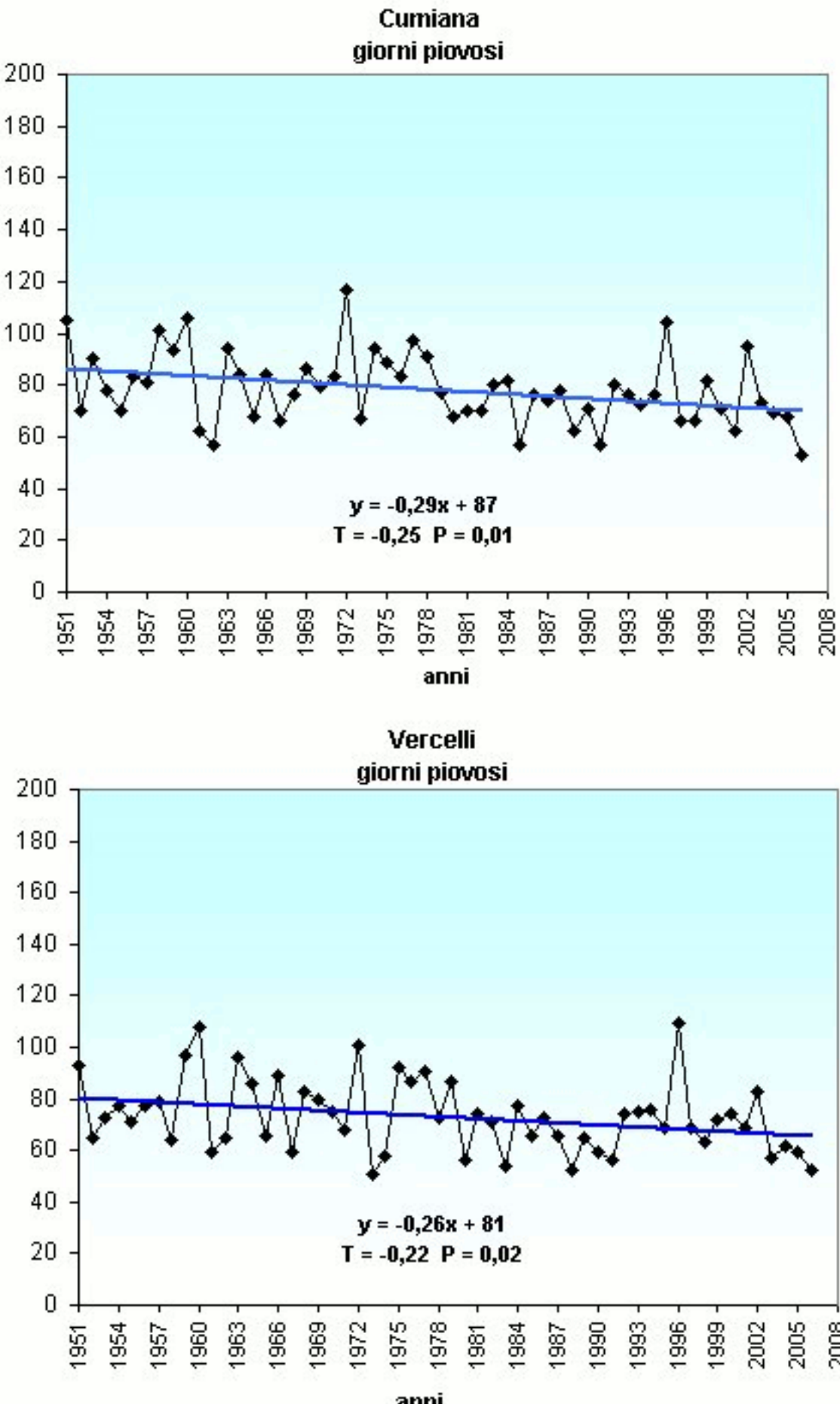


Figura 3.38 a
Andamento del numero dei giorni piovosi annuali di: Cumiana e Torino nel periodo 1951-2006 e i relativi trend. In azzurro vengono indicati i trend negativi, in rosso i trend positivi.

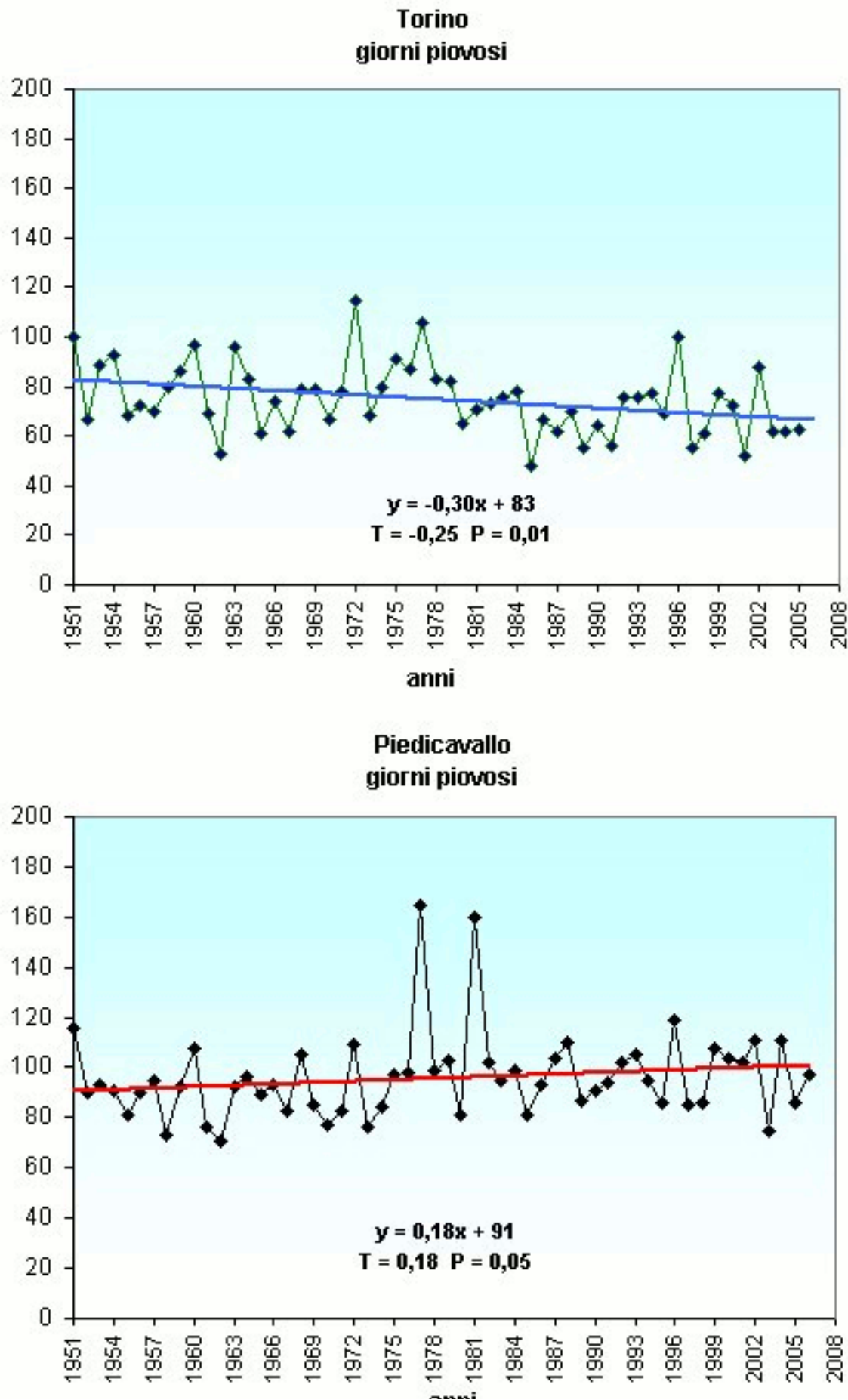


Figura 3.38 b
Andamento del numero dei giorni piovosi annuali di: Vercelli e Piedicavallo nel periodo 1951-2006 e i relativi trend. In azzurro vengono indicati i trend negativi, in rosso i trend positivi.

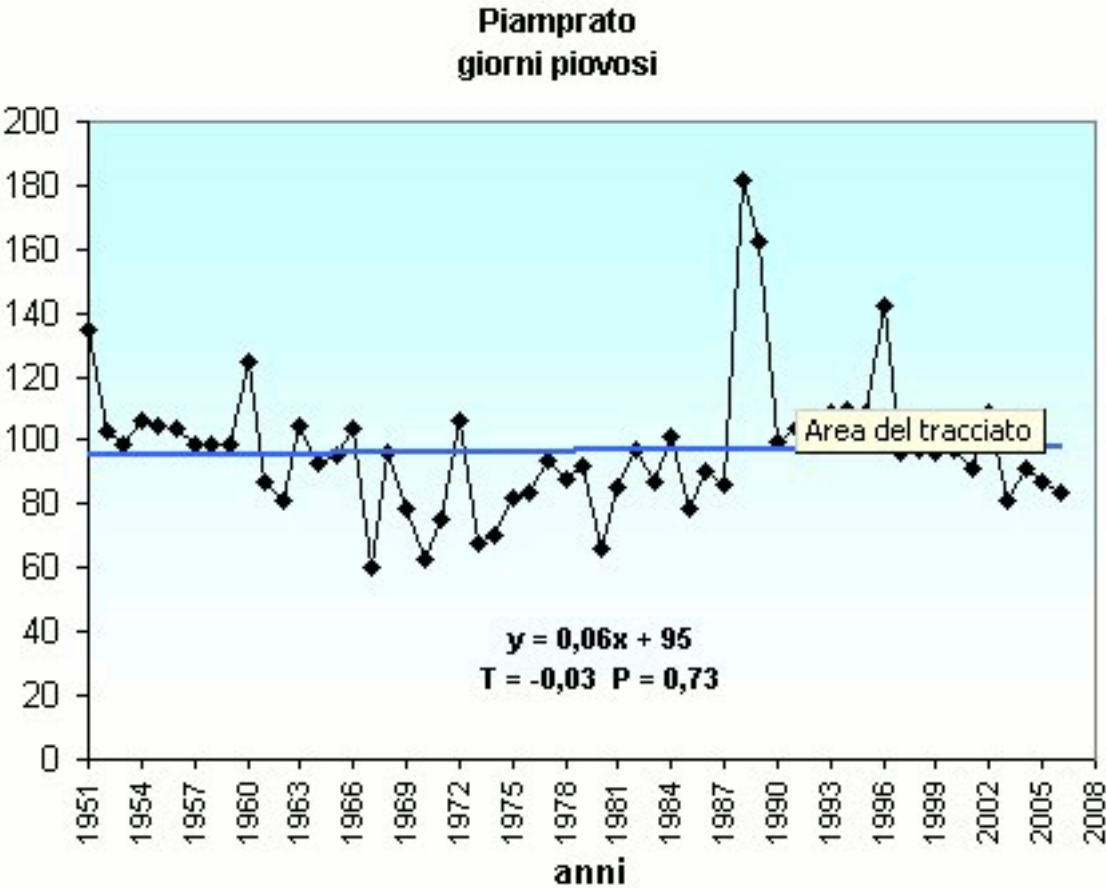
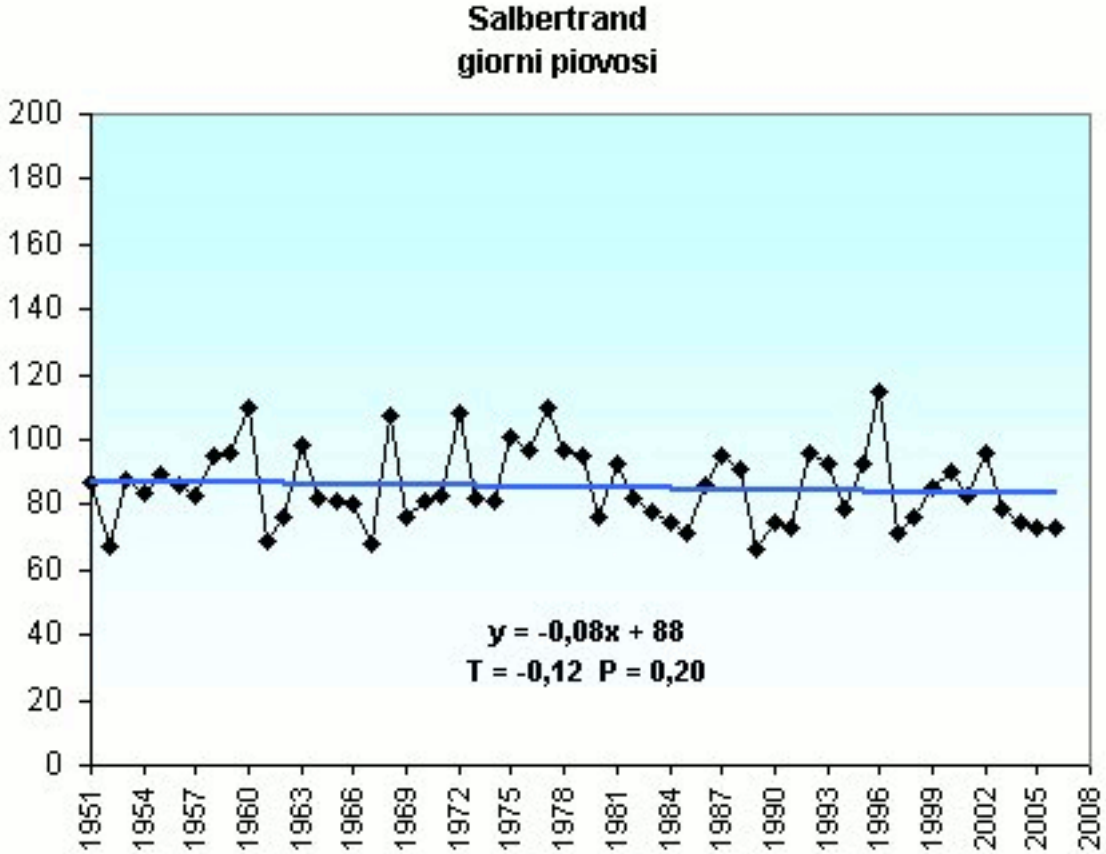
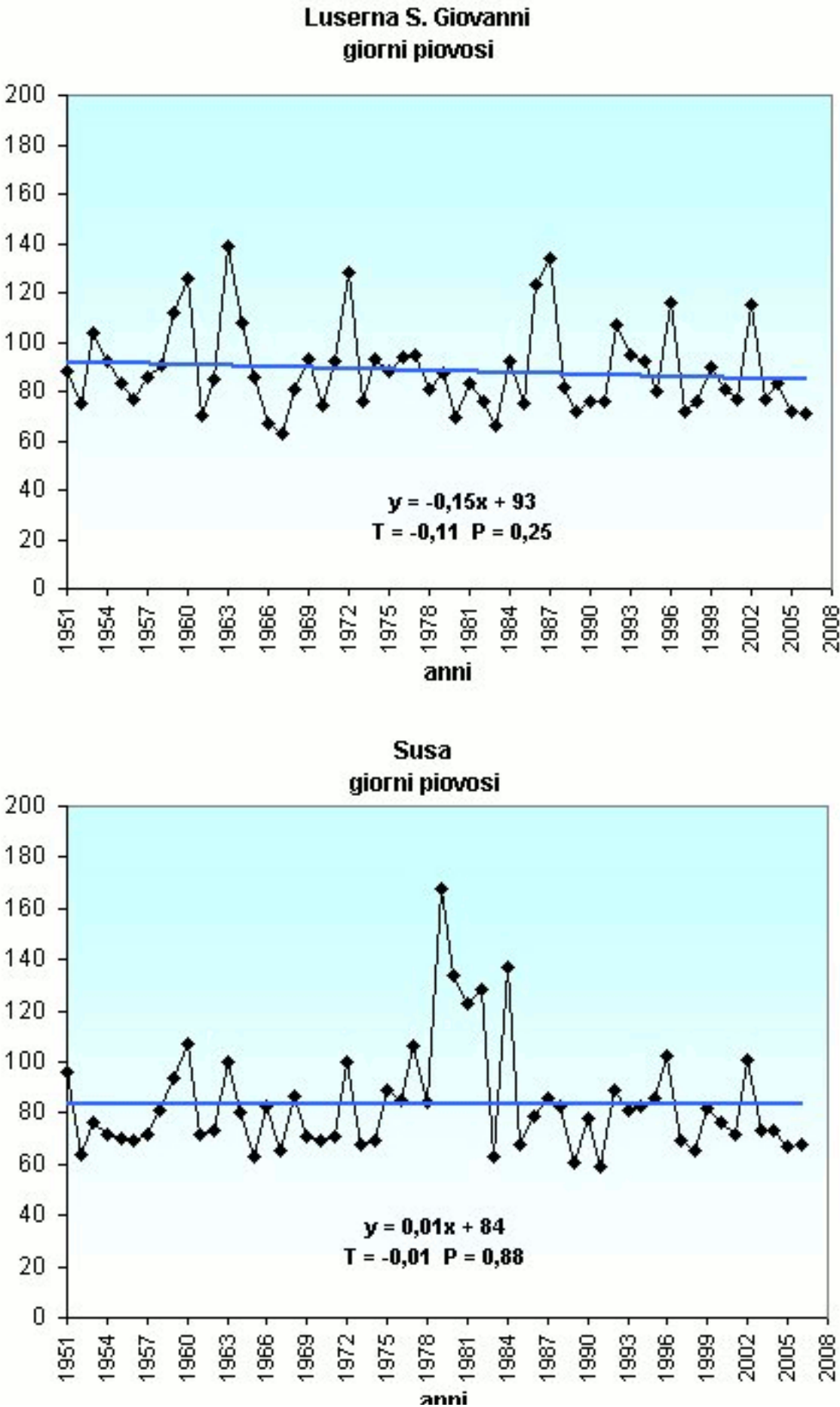


Figura 3.39 a

Andamento del numero dei giorni piovosi annuali nel periodo 1951-2006 e i relativi trend. In azzurro vengono indicati i trend negativi, in rosso i trend positivi.





e 1,40.

In ogni località la serie omogenea è stata ottenuta moltiplicando il fattore di correzione al periodo precedente all'anno nel quale è stata individuata la discontinuità (vedi cap 2 materiale e metodi).

3.4.1. Omogeneizzazione delle serie annuali di temperatura massima e minima

Le serie delle temperature massime annuali nelle sei località selezionate sono state omogeneizzate utilizzando il test SNHT.

Il test ha individuato diversi periodi di discontinuità nei dati analizzati. La serie con il minor numero di variazioni non climatiche è Varallo con 2 anni di discontinuità mentre, le serie con il maggior numero di disomogeneità sono Asti ed Oropa con 7 anni in cui si registrano cambiamenti. Nelle restanti stazioni si sono invece individuate variazioni comprese tra i 3 ed i 6 anni.

Il test applicato nelle diverse serie non ha indicato un anno di discontinuità in comune a tutte le stazioni ad eccezione del 1966.

Questo anno è stato segnalato in quattro serie su sei, Asti, Oropa, Varallo e Luserna S. Giovanni (Figura 3.30).

I fattori di correzione calcolati nei diversi periodi assumono sia all'interno della stessa serie che tra serie e serie dei valori molto variabili: infatti i fattori ammettono valori compresi tra $-2,0^{\circ}\text{C}$ e $2,5^{\circ}\text{C}$.

Anche le serie delle temperature minime sono state omogeneizzate utilizzando il test SNHT. Sono stati

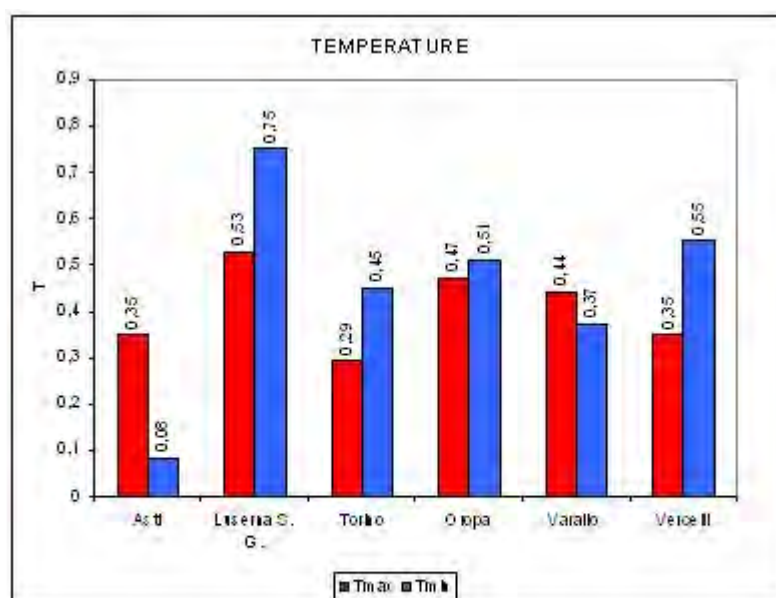


Figura 3.40

Valori delle variabili T delle serie annuali di temperatura massima e minima nelle località analizzate.

individuati diversi anni di discontinuità in ogni serie analizzata e la serie che presenta il maggior numero di disomogeneità è Torino con 9 anni di variazione mentre le restanti ammettono un numero di discontinuità compreso tra 4 e 6 anni.

Per le serie delle temperature minime non è stato individuato nessun periodo di variazione comune alle serie. L'unico anno che viene individuato

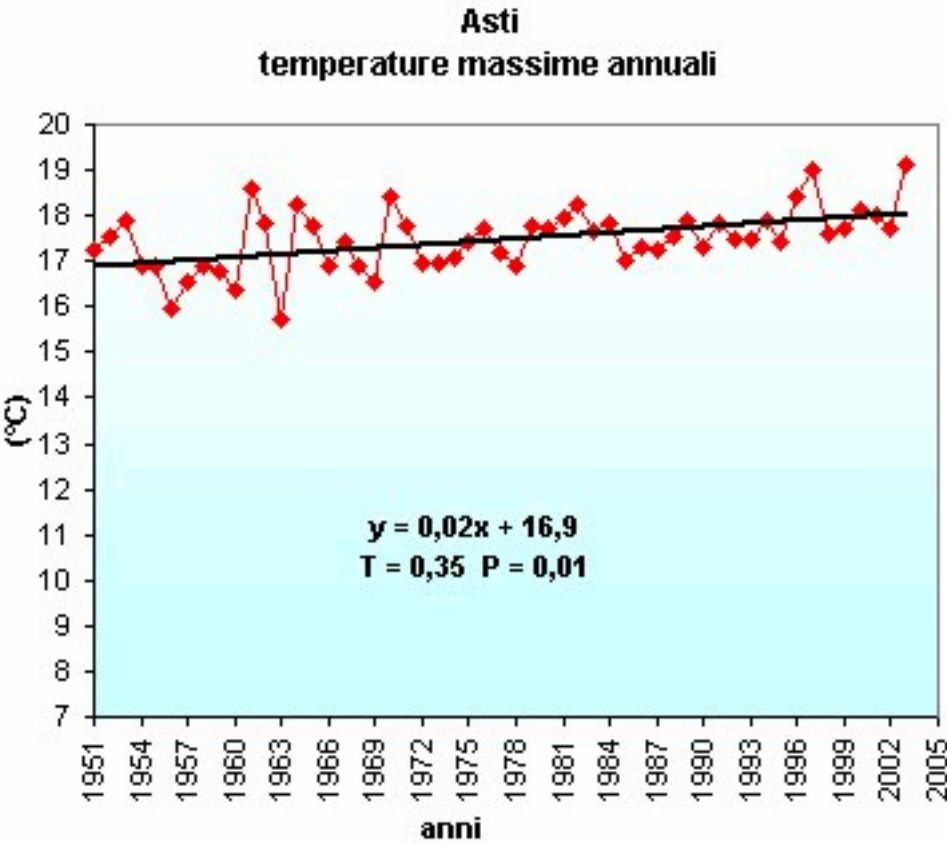
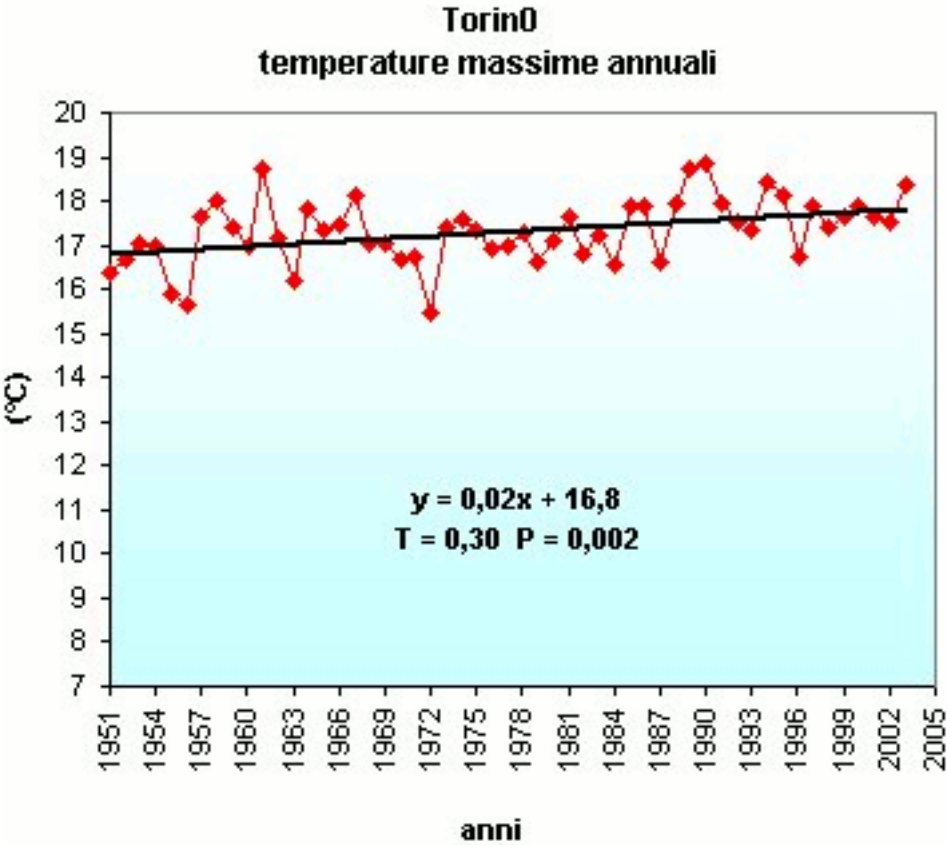


Figura 3.41
Andamento della
temperatura massima
annuale nelle località
analizzate per il
periodo 1951-2003 e
relativi trend.



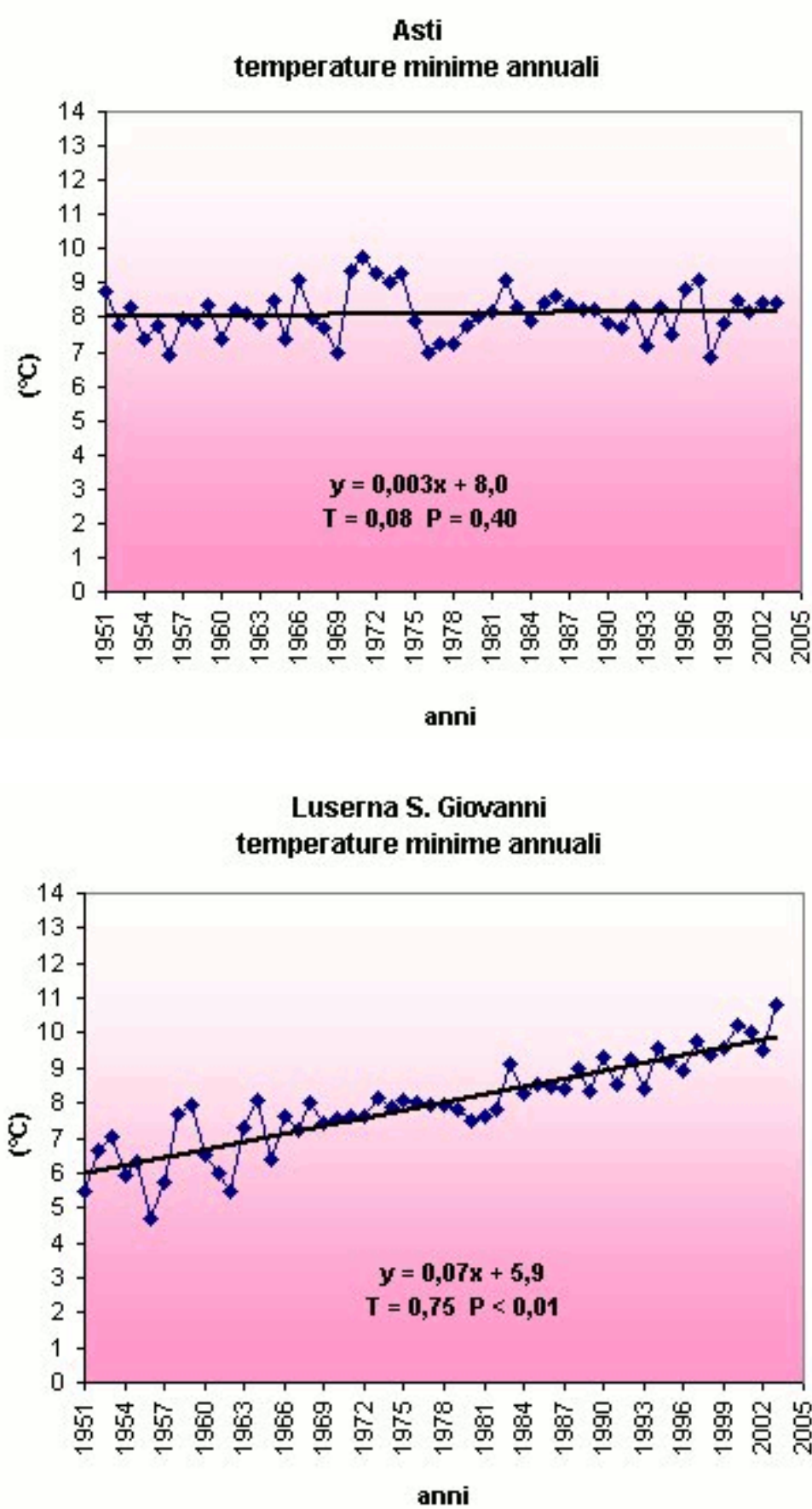


Figura 3.42
Andamento della temperatura minima annuale nelle località analizzate per il periodo 1951-2003 e relativi trend.

contemporaneamente in tre stazioni, Torino, Asti e Varallo, è il 1970 mentre gli altri periodi vengono evidenziati in una o al massimo due stazioni (Figura 3.31).

Come per le serie delle temperature massime i fattori di correzione calcolati nei diversi periodi assumono valori molto variabili sia all'interno della stessa serie che tra serie e serie. I fattori di correzione assumono valori compresi tra $-1,4^{\circ}\text{C}$ e $2,7^{\circ}\text{C}$.

L'omogeneizzazione per le serie delle temperature massime e minime è stata ottenuta sommando il fattore di correzione, calcolato nei vari anni considerati discontinui, al periodo precedente all'anno disomogeneo (vedi cap. 2 materiale e metodi).

3.5 TREND DELLE SERIE ANNUALI DI PRECIPITAZIONI E DI TEMPERATURA

Dalle serie annuali delle precipitazioni cumulate e delle temperature massime e minime sono stati calcolati i trend presenti nelle diverse località.

Per le serie delle precipitazioni i trend sono stati calcolati su un periodo di 56 anni, dal 1951 al 2006, mentre per le serie delle temperature massime e minime su un periodo di 54 anni, dal 1951 al 2003.

L'unica località delle 11 selezionate per le precipitazioni nella quale non si è calcolato il trend è Ceresole Reale. Questa stazione si trova ad una quota di 2304 m s.l.m. Nella valle dell'Orco. Non è stato possibile selezionare stazioni limitrofe sufficientemente vicine che permettessero di colmare le lacune e omogeneizzare la serie per poi calcolare correttamente gli eventuali trend.

3.5.1. Trend delle serie annuali di precipitazione

I trend calcolati nella maggior parte delle serie annuali di precipitazione cumulata hanno evidenziato un andamento negativo. Le precipitazioni di 8 stazioni su 10 hanno mostrato un andamento decrescente nella quantità di pioggia annuale. Solo nelle stazioni di Piamprato e Piedicavallo i trend hanno indicato un andamento crescente (Figura 3.32).

Il test di Mann-Kendall ha permesso di stabilire quali trend fossero statisticamente significativi. Nelle serie analizzate solo il trend calcolato nella località di Susa è accettabile (Figura 3.33). Infatti, in questa località, per la serie delle precipitazioni il valore della variabile P è pari a 0,03. La retta di regressione evidenzia la presenza di una tendenza negativa che permette di stimare, in questi 56 anni, una diminuzione della precipitazione con un gradiente di $3,32 \text{ mm/anno}$ (Figura 3.34).

Nelle altre località il test ha

evidenziato che i trend calcolati non sono accettabili. Le variabili P assumono valori troppo elevati che non permettono di considerare i trend stimati rappresentativi degli andamenti delle variabili (Figura 3.35).

3.5.2. Trend delle serie annuali dei giorni piovosi

Il calcolo dei trend sulle serie dei giorni piovosi ha evidenziato una diminuzione nel numero di giorni di pioggia nella maggior parte delle serie analizzate. Nelle 10 serie studiate, 8 hanno mostrato un andamento decrescente della variabile, mentre un aumento si è calcolato solo nelle località di Bardonecchia e Piedicavallo (Figura 3.36)

Il test di Mann-Kendall applicato alle serie ha indicato che solo in 4 località, Cumiana, Piedicavallo, Torino e Vercelli, il trend è statisticamente significativo. In queste serie il valore della variabile P assume valori compresi tra 0,01 e 0,05 (Figura 3.37).

Nelle località di Cumiana, Torino e Vercelli il trend indica un andamento decrescente della variabile pari rispettivamente ad un gradiente negativo di 0,28 giorni/anno, 0,29 giorni/anno e 0,26 giorni/anno (Figura 3.38). Nella serie di Piedicavallo si è individuato un trend positivo. In questa località si è registrato un aumento del numero dei giorni di pioggia pari a un gradiente positivo di 0,18 giorni/anno (Figura 3.38).

Nelle restanti località il test di Mann-Kendall ha quantificato i trend non statisticamente significativi e quindi non accettabili. Il valore della variabile P in queste serie risulta maggiore del valore scelto come soglia (Figura 3.39).

3.5.3. Trend delle serie annuali di temperatura massima e minima

I trend delle temperature massime e minime annuali calcolati su un periodo di 53 anni, dal 1951 al 2003, nelle sei località selezionate hanno evidenziato, in tutte le serie, un aumento delle temperature. Il test di Mann-Kendall oltre ad individuare, grazie al valore di P (Figura 3.40), un andamento crescente della variabile ha indicato che i trend sono statisticamente significativi nella maggior parte dei casi tranne per la serie annuale delle temperature minime di Asti. In questa serie il valore di P , pari a 0,40, non permette di accettare il valore stimato del trend.

Le rette di regressione evidenziano la presenza di una tendenza positiva che permette di stimare, in questi 53 anni, con un gradiente medio annuo di 0,03 °C/anno, l'aumento medio delle temperature massime e minime annuali.

La località che presenta il maggior aumento di temperatura minima, con un gradiente pari a 0,07 °C/anno, è Luserna S. Giovanni, mentre per le temperature massime il maggior aumento è stato calcolato nelle località di Luserna S.

Giovanni, Oropa e Varallo Sesia, con un gradiente pari a $0,04\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{anno}$.

Nelle serie di Oropa e Varallo Sesia il maggior aumento di temperatura si registra nelle temperature massime, mentre a Torino e a Luserna S. Giovanni nelle serie delle temperature minime. Per le serie di Vercelli invece è stata calcolata la stessa variazione sia per le temperature minime che per le massime (Figura 3.41, Figura 3.42).

4. ANALISI CLIMATICA

Premessa

In questo capitolo si riportano i valori medi mensili ed annui delle temperature e delle precipitazioni, al fine di verificarne l'andamento e fare alcune considerazioni di carattere generale di sintesi climatica. Si sono riportati gli andamenti medi di tre periodi standard di riferimento definiti dal WMO (IPCC, 2001) negli anni 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000, in modo da analizzare i tre intervalli di tempo ed individuare le eventuali differenze presenti. Infine, un'accurata analisi climatica si è svolta su tutto il periodo di osservazione.

4.1 PLUVIOMETRIA

4.1.1. Distribuzione delle precipitazioni sui tre periodi standard

Sono state analizzate 13 serie di precipitazione della durata, nella maggior parte dei casi, di 56 anni, dal 1951 al 2006. Per ogni stazione sono stati calcolati i valori medi mensili delle precipitazioni e del numero di giorni piovosi su tre periodi della durata di 30 anni, il 1951-1980, il 1961-1990 e il 1971-2000.

In Tabella 4.1 sono riportati i valori delle precipitazioni medie mensili ed annue e il numero di giorni piovosi delle località studiate, elencate in ordine crescente di quota.

Nella località di Piedicavallo si individua un andamento crescente negli anni sia nella quantità di pioggia annua che nel numero di giorni piovosi. Nel periodo 1951-1980 è stata calcolata una quantità media di pioggia pari a 1664,2 mm e 90,6 giorni piovosi, mentre nel trentennio 1971-2000 la pioggia registrata è uguale a 1887,7 mm e il numero di giorni piovosi a 95,3 giorni.

Nella località di Oropa e Varallo, invece, si evidenzia un graduale aumento della quantità di pioggia misurata sui tre periodi, contrapposta ad una diminuzione nel numero di giorni piovosi per cui le piogge risultano maggiormente concentrate e intense.

Nella zona di Vercelli si riscontra un andamento decrescente nei tre trentenni sia della quantità di pioggia che nel numero di giorni piovosi. In questa stazione, nel periodo 51-80, si misurano in media 881,9 mm di pioggia e 77,5 giorni piovosi, mentre, nel 71-00, si registrano in media 797,8 mm di pioggia e 70,6 giorni piovosi.

Oltre a stimare i valori medi mensili di precipitazione sui tre periodi, si sono calcolati anche i valori medi stagionali per ogni località. Questo ha permesso di individuare il regime pluviometrico di ogni zona nei tre differenti trentenni.

L'identificazione dei regimi è stata ottenuta utilizzando la

Tabella 4.1

Valori di precipitazione media mensile ed annua e numero di giorni piovosi calcolati su tre periodi della durata di 30 anni, 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000. In grassetto rosso è evidenziato il minimo mensile principale e in grassetto blu il massimo mensile principale

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
Vercelli													
Valori medi 51-80													
GP	5,2	5,5	7,2	7,4	8,0	7,8	5,3	6,1	5,5	7,3	7,2	5,0	77,5
P (mm)	43,8	63,8	75,8	82,1	86,2	87,9	58,2	62,6	70,9	96,6	103,8	50,1	881,9
Valori medi 61-90													
GP	4,7	5,0	6,4	7,5	8,6	7,3	4,6	6,3	5,0	6,4	6,5	4,3	72,6
P (mm)	40,3	58,3	72,1	87,2	94,3	73,7	48,5	62,6	59,0	85,3	83,2	38,9	803,4
Valori medi 71-00													
GP	5,1	4,0	5,2	7,5	8,5	6,9	4,6	6,1	5,3	7,3	5,7	4,5	70,6
P (mm)	46,5	48,7	64,3	83,0	95,7	73,0	45,8	62,4	66,0	99,1	70,2	43,2	797,8
Asti													
Valori medi 51-80													
GP	5,2	5,8	6,8	6,4	7,0	6,2	5,1	4,6	4,6	6,1	7,0	5,2	69,9
P (mm)	43,1	52,0	63,9	59,6	64,2	55,2	51,5	52,1	52,2	78,2	85,0	47,7	704,7
Valori medi 61-90													
GP	5,1	5,1	6,1	6,8	7,5	6,3	4,2	4,3	4,2	5,4	6,1	4,2	65,4
P (mm)	41,7	49,7	63,8	72,4	70,4	53,7	43,2	49,3	44,0	71,7	64,7	36,5	661,2
Valori medi 71-00													
GP	5,4	4,1	5,1	7,3	7,4	6,5	3,8	4,8	4,5	5,9	5,2	4,2	64,1
P (mm)	51,9	40,2	58,5	77,9	79,1	62,8	34,3	46,1	50,1	75,9	56,7	37,1	670,6
Torino													
Valori medi 51-80													
GP	4,4	5,5	6,8	8,1	9,4	9,8	5,9	6,6	5,9	6,8	6,5	4,2	79,8
P (mm)	38,5	54,5	67,7	91,1	103,0	107,6	69,2	78,7	69,5	89,3	84,4	46,8	900,4
Valori medi 61-90													
GP	4,1	4,8	5,9	7,7	10,3	8,9	5,4	6,7	5,4	6,2	5,7	3,7	74,8
P (mm)	35,8	46,8	58,7	101,0	113,1	95,4	61,1	74,3	57,7	84,0	59,2	36,3	823,4
Valori medi 71-00													
GP	4,7	4,1	4,9	7,8	10,6	8,7	5,5	7,1	5,7	6,6	4,8	3,9	74,3
P (mm)	46,2	43,2	57,8	97,0	129,1	101,8	59,0	86,9	72,3	89,9	55,2	37,1	875,6
Cumiana													
Valori medi 51-80													
GP	5,1	6,2	7,5	8,4	9,8	9,2	5,9	6,5	6,4	6,9	6,2	4,3	82,5
P (mm)	49,1	67,8	80,7	98,4	118,3	100,0	56,6	62,8	73,3	103,0	89,6	50,0	949,5
Valori medi 61-90													
GP	4,8	5,7	6,7	8,4	9,8	8,5	5,8	6,4	5,8	7,1	5,7	3,9	78,6
P (mm)	46,7	62,8	72,5	95,7	116,0	92,4	52,8	61,9	57,2	103,1	64,8	39,7	885,5
Valori medi 71-00													
GP	5,1	4,5	5,6	8,6	10,7	8,7	5,3	6,9	6,3	7,8	5,0	3,9	78,3
P (mm)	51,2	54,9	75,2	104,3	130,6	98,9	45,7	62,4	75,3	113,3	57,4	37,3	906,5
Varallo													
Valori medi 51-80													
GP	5,2	6,2	8,2	9,6	11,8	12,0	8,9	9,4	7,8	8,1	8,1	4,9	100,1
P (mm)	66,9	92,1	129,2	167,5	186,3	201,7	143,4	139,8	158,6	226,0	184,9	78,5	1774,8
Valori medi 61-90													
GP	4,9	6,2	7,9	9,8	13,1	10,5	8,3	8,7	7,2	7,7	7,3	3,9	95,6
P (mm)	63,0	89,4	145,5	192,9	220,5	150,2	132,6	118,4	150,6	210,7	144,4	57,7	1675,8
Valori medi 71-00													
GP	5,4	5,0	6,7	9,7	13,2	10,8	8,3	9,2	7,7	8,9	6,2	4,3	95,4
P (mm)	77,6	79,2	147,5	203,7	237,2	162,0	140,6	115,1	209,6	248,0	133,1	67,9	1821,5

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
Luserna S.G.													
Valori medi 51-80													
GP	5,8	6,2	9,0	9,1	10,7	9,6	5,4	7,4	7,0	7,9	6,8	5,1	90,1
P (mm)	58,5	79,4	114,3	132,6	161,8	130,8	47,6	78,4	103,8	156,3	109,8	70,5	1243,7
Valori medi 61-90													
GP	5,4	5,9	8,5	9,5	11,3	8,4	5,1	6,8	6,0	7,4	6,3	4,8	85,3
P (mm)	51,0	70,7	104,2	138,0	171,7	110,1	41,6	81,6	80,0	139,1	85,1	54,6	1127,8
Valori medi 71-00													
GP	5,5	5,0	7,0	10,1	12,0	8,3	5,6	7,1	6,6	8,5	5,5	4,6	85,9
P (mm)	58,8	67,1	104,4	156,3	194,0	123,2	48,6	84,6	108,9	155,6	72,5	49,9	1224,1
Susa													
Valori medi 51-80													
GP	4,8	6,1	6,9	7,5	8,4	8,7	6,0	6,3	5,5	6,6	6,9	5,5	79,1
P (mm)	41,3	55,0	58,9	85,7	83,6	75,4	33,2	54,6	59,9	92,3	92,9	54,9	787,5
Valori medi 61-90													
GP	4,7	6,2	6,4	8,5	9,0	8,3	6,0	6,2	5,0	6,1	6,2	4,8	77,3
P (mm)	40,9	53,3	49,3	98,1	86,4	60,6	33,1	51,4	49,2	81,4	74,4	37,5	715,5
Valori medi 71-00													
GP	5,4	4,9	5,4	8,5	9,8	8,6	5,8	6,2	5,6	7,7	5,4	4,9	78,2
P (mm)	51,1	49,9	48,5	94,6	92,1	69,2	32,1	48,7	58,7	94,4	56,0	38,5	733,9
Salbertrand													
Valori medi 51-80													
GP	6,2	7,3	7,8	8,2	8,8	8,9	6,4	6,9	6,3	7,3	7,3	6,5	87,8
P (mm)	56,3	68,8	68,0	70,4	78,6	68,6	34,2	54,9	58,0	90,6	77,5	61,0	782,9
Valori medi 61-90													
GP	6,1	6,8	7,4	8,3	9,3	8,2	6,3	6,9	6,2	7,2	6,8	5,7	85,3
P (mm)	54,1	59,1	63,9	81,9	83,5	59,4	36,6	52,1	51,9	79,9	63,4	50,7	736,6
Valori medi 71-00													
GP	6,7	6,0	6,5	8,4	9,9	8,7	6,4	7,1	6,8	8,4	5,8	5,7	86,4
P (mm)	61,1	58,1	62,9	91,5	92,5	71,7	39,6	51,9	64,6	87,6	41,5	49,3	772,5
Piedicavallo													
Valori medi 51-80													
GP	3,9	5,2	6,7	8,8	11,7	11,2	8,6	8,6	7,1	7,4	7,1	4,3	90,6
P (mm)	66,3	90,1	123,1	163,4	175,9	188,6	98,2	146,2	145,8	210,4	179,0	77,2	1664,2
Valori medi 61-90													
GP	3,8	5,6	7,0	9,7	12,7	10,1	8,1	8,7	6,7	7,6	6,9	4,1	91,0
P (mm)	69,9	90,0	115,3	215,0	203,1	152,7	97,5	141,2	119,9	222,8	161,0	63,0	1651,3
Valori medi 71-00													
GP	4,8	5,0	6,7	10,5	13,8	10,4	7,9	8,9	7,2	8,4	6,7	5,1	95,3
P (mm)	87,9	81,1	146,3	241,2	257,0	166,2	97,1	138,6	204,9	245,7	145,7	74,1	1887,7
Oropa													
Valori medi 51-80													
GP	5,8	7,1	9,6	11,3	13,8	14,0	9,4	10,7	8,6	9,1	8,8	6,2	114,4
P (mm)	53,5	87,1	128,6	184,8	245,2	237,7	121,3	167,3	158,9	237,8	180,9	74,7	1877,7
Valori medi 61-90													
GP	5,6	7,1	9,0	11,7	14,7	12,6	9,2	10,1	8,3	8,8	7,9	5,8	110,8
P (mm)	54,2	89,3	140,1	255,5	290,6	208,6	127,9	168,0	154,8	247,8	148,2	65,1	1950,2
Valori medi 71-00													
GP	6,4	6,1	8,3	12,0	15,5	12,1	8,8	9,9	9,0	9,4	6,8	6,0	110,2
P (mm)	74,8	81,2	166,6	292,1	335,6	222,3	142,8	165,5	223,3	287,7	138,9	73,1	2204,0

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
Bardonecchia													
Valori medi 51-80													
GP	6,9	7,3	7,5	7,3	8,7	9,0	7,3	7,0	6,2	7,6	7,5	7,0	89,1
P (mm)	52,8	59,3	54,1	55,3	69,0	68,8	41,9	53,7	63,1	89,4	77,4	51,2	736,1
Valori medi 61-90													
GP	6,9	7,1	7,5	7,8	9,3	8,2	6,3	6,6	5,8	7,4	7,2	7,0	87,2
P (mm)	51,6	51,0	51,4	68,6	74,3	57,9	39,4	46,8	53,8	77,7	68,6	52,7	693,6
Valori medi 71-00													
GP	8,2	6,9	7,0	7,9	9,8	8,2	6,4	6,6	6,7	8,9	7,5	7,5	91,7
P (mm)	63,3	47,8	48,2	68,2	78,3	64,4	40,8	45,9	71,5	100,1	65,1	58,8	752,6
Piampolato													
Valori medi 51-80													
GP	5,3	6,2	7,0	8,0	10,4	11,5	7,5	8,7	7,3	7,5	6,8	5,9	92,1
P (mm)	47,9	73,4	81,3	116,8	132,6	146,4	81,3	129,5	105,7	149,3	118,9	65,4	1248,5
Valori medi 61-90													
GP	4,8	6,2	6,4	7,8	10,6	10,2	6,9	7,9	6,3	7,3	6,4	5,5	86,2
P (mm)	47,6	71,3	74,9	134,2	140,4	116,3	81,2	116,8	97,2	141,6	102,1	48,9	1172,4
Valori medi 71-00													
GP	6,2	5,5	5,9	8,8	12,0	10,5	7,9	9,1	7,5	7,9	5,6	4,9	91,8
P (mm)	58,0	58,8	84,2	141,3	163,3	136,1	86,3	120,1	127,2	156,9	69,6	47,4	1249,0
Ceresole Reale													
Valori medi 51-80													
GP	7,5	9,8	10,8	10,8	12,0	11,5	10,5	10,9	8,6	8,3	9,1	7,7	117,6
P (mm)	62,2	91,2	104,9	112,2	145,0	99,8	76,3	97,4	89,9	142,0	108,8	75,6	1205,2
Valori medi 61-90													
GP	7,8	9,4	10,8	11,6	12,9	11,1	9,2	10,2	8,0	8,8	8,3	7,4	115,6
P (mm)	57,6	82,0	103,1	139,7	159,2	98,7	71,3	91,2	80,6	141,7	96,1	66,7	1187,8
Valori medi 71-00													
GP	8,8	9,1	9,8	11,9	13,6	11,4	9,0	9,8	8,8	10,0	8,7	8,0	119,0
P (mm)	67,0	72,6	104,5	146,5	169,0	114,3	74,5	89,3	111,1	176,1	99,2	74,2	1298,4

classificazione di A. Mori (1969)
(Tabella 4.2).

In questa classificazione si tiene conto dei valori stagionali e si crea una ripartizione distinguendo le stazioni che presentano il minimo principale in inverno da quelle in cui cade in estate. In ciascuno di questi grandi tipi si effettuano ulteriori suddivisioni, che tengono conto della stagione dell'anno in cui cadono il massimo principale e quello secondario.

L'individuazione dei regimi pluviometrici nei diversi periodi ha evidenziato che, nella maggior parte delle località, si ha una variazione del tipo di regime pluviometrico tra

un trentennio e l'altro, come facilmente osservabile in Figura 4.1. Nella maggior parte delle località si individua, nel primo periodo, un regime subalpino dove il massimo principale cade in autunno seguito dalla primavera, per poi passare, nell'ultimo periodo, ad un regime prealpino dove il massimo principale cade in primavera seguito dall'autunno.

Solo nelle località di Torino, Cumiana, Luserna S. G. e Ceresole è presente lo stesso regime pluviometrico nei tre periodi analizzati. Nella città di Torino si individua il regime pluviometrico continentale alpino dove il massimo

Figura 4.1a

Distribuzione delle precipitazioni nei tre trentenni rappresentativa dei differenti regimi pluviometrici. Sulle ascisse si riportano le quantità di pioggia [mm], sulle ordinate le stagioni.

principale si registra in primavera seguita dall'estate, mentre il minimo principale in inverno. Nelle restanti località si rileva un regime pluviometrico prealpino con il massimo principale in primavera e il minimo principale in inverno.

4.1.2. Distribuzione delle precipitazioni su tutto il periodo

La località nella quale si è calcolata la maggiore quantità di pioggia annua è Oropa con 2047,8 mm, seguita da Varallo con 1773,4 mm e da Piedicavallo con 1741,9 mm, mentre il sito nel quale si è misurato la minore quantità di pioggia annua è Asti con 661,7 mm. Tale quantitativo pluviometrico risulta di molto inferiore rispetto al quantitativo medio della Pianura Padana (760 mm) stimato da Mennella (1967).

Per quanto riguarda il numero di giorni piovosi la località con il valore massimo è Ceresole Reale con 116,7 giorni di pioggia all'anno seguita da Oropa con 111,6 giorni, mentre il valore minimo è stato registrato ancora ad Asti con 65,4 giorni.

Nella Tabella 4.3 in grassetto sono indicati i valori massimi e minimi di pioggia di ogni località. In quasi tutte le stazioni la minore quantità di pioggia si manifesta nel mese di gennaio e varia tra i 37,9 mm misurati ad Asti e i 66,9 mm di Piedicavallo, mentre nelle stazioni

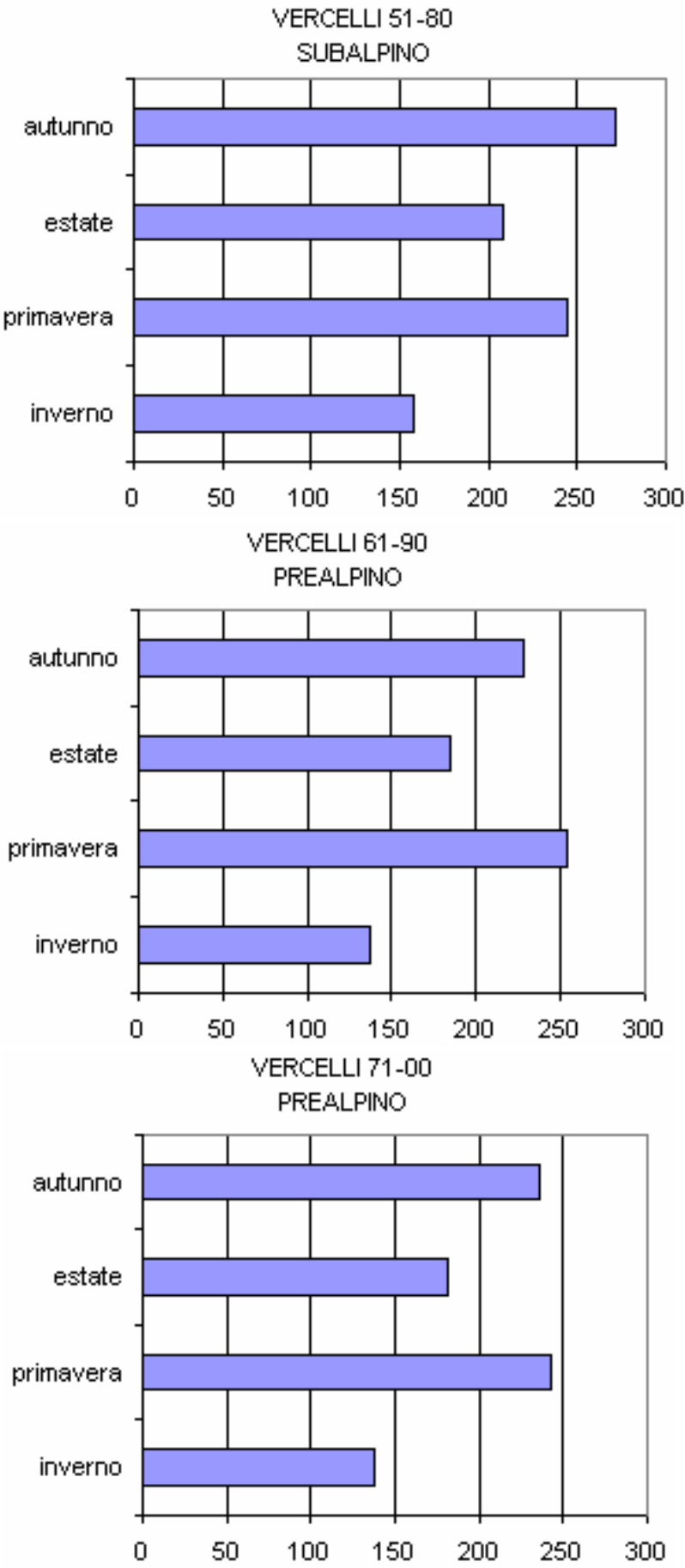


Figura 4.1b

Distribuzione delle precipitazioni nei tre trentenni rappresentativa dei differenti regimi pluviometrici. Sulle ascisse si riportano le quantità di pioggia [mm], sulle ordinate le stagioni.

di Salbertrand e Bardonecchia, poste ad una quota superiore ai 1000 m s.l.m., il minimo si registra nel mese di luglio. In tutte le località il massimo principale e quello secondario si misurano in primavera o in autunno.

Per ogni località si sono calcolati i valori medi stagionali su tutto il periodo di registrazione delle piogge e i vari tipi di regime pluviometrico presenti nelle diverse località (Figura 4.3).

In tutte le stazioni analizzate si sono individuati tre tipi di regime pluviometrico: il prealpino, il subalpino e il continentale alpino.

Il regime prealpino presenta un massimo principale in primavera seguito dall'autunno, un minimo principale in inverno seguito dall'estate. Le stazioni che presentano questo tipo di regime sono: Asti, Cumiana, Luserna, Varallo, Salbertrand, Oropa e Ceresole Reale.

Il regime subalpino presenta un massimo principale in autunno seguito dalla primavera, un minimo principale in inverno seguito dall'estate. Le stazioni che presentano questo tipo di regime sono Vercelli, Susa, Bardonecchia e Piamprato.

Il regime continentale alpino è stato individuato in una sola località, Torino, dove il massimo principale cade in primavera seguito

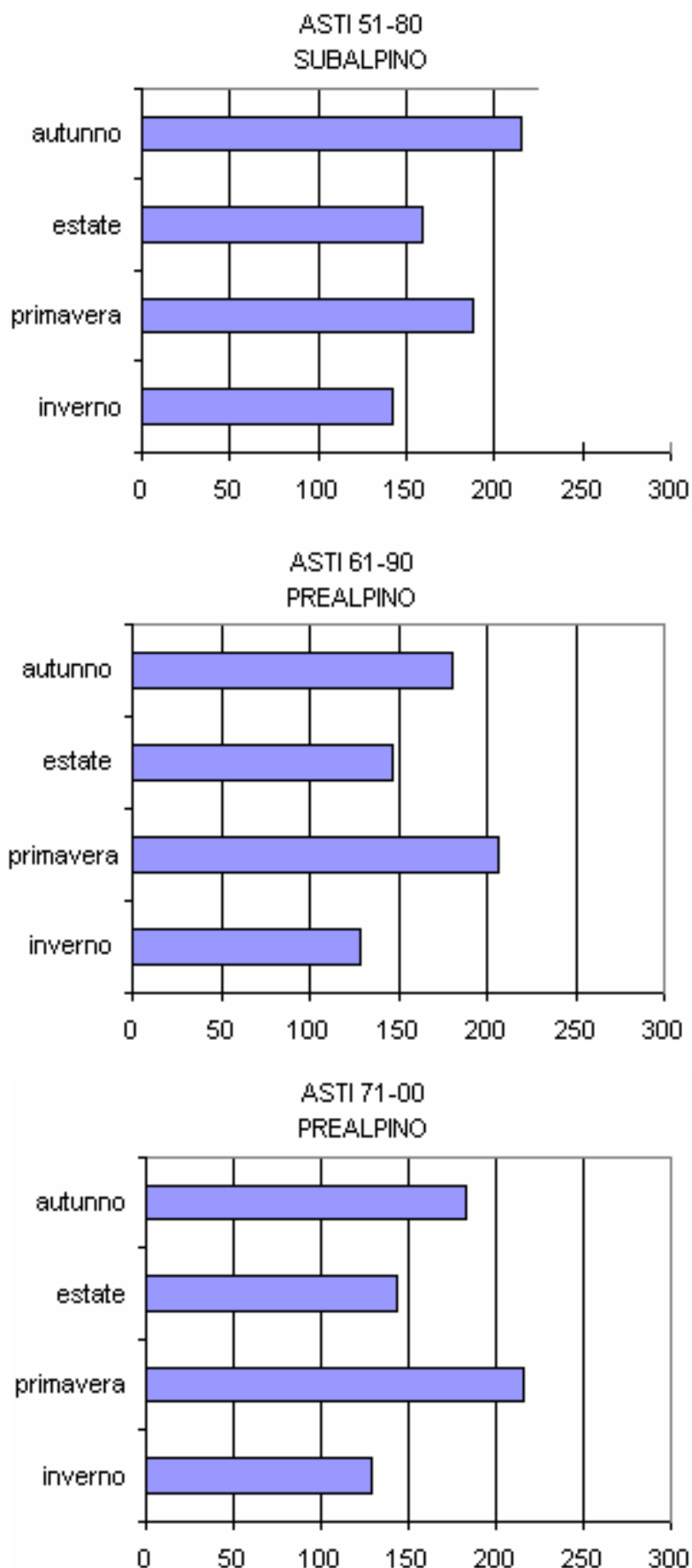


Figura 4.1c
Distribuzione delle precipitazioni nei tre trentenni rappresentativa dei differenti regimi pluviometrici. Sulle ascisse si riportano le quantità di pioggia [mm], sulle ordinate le stagioni.

dall'estate, mentre il minimo principale è invernale seguito dalla stagione autunnale (Figura 4.3).

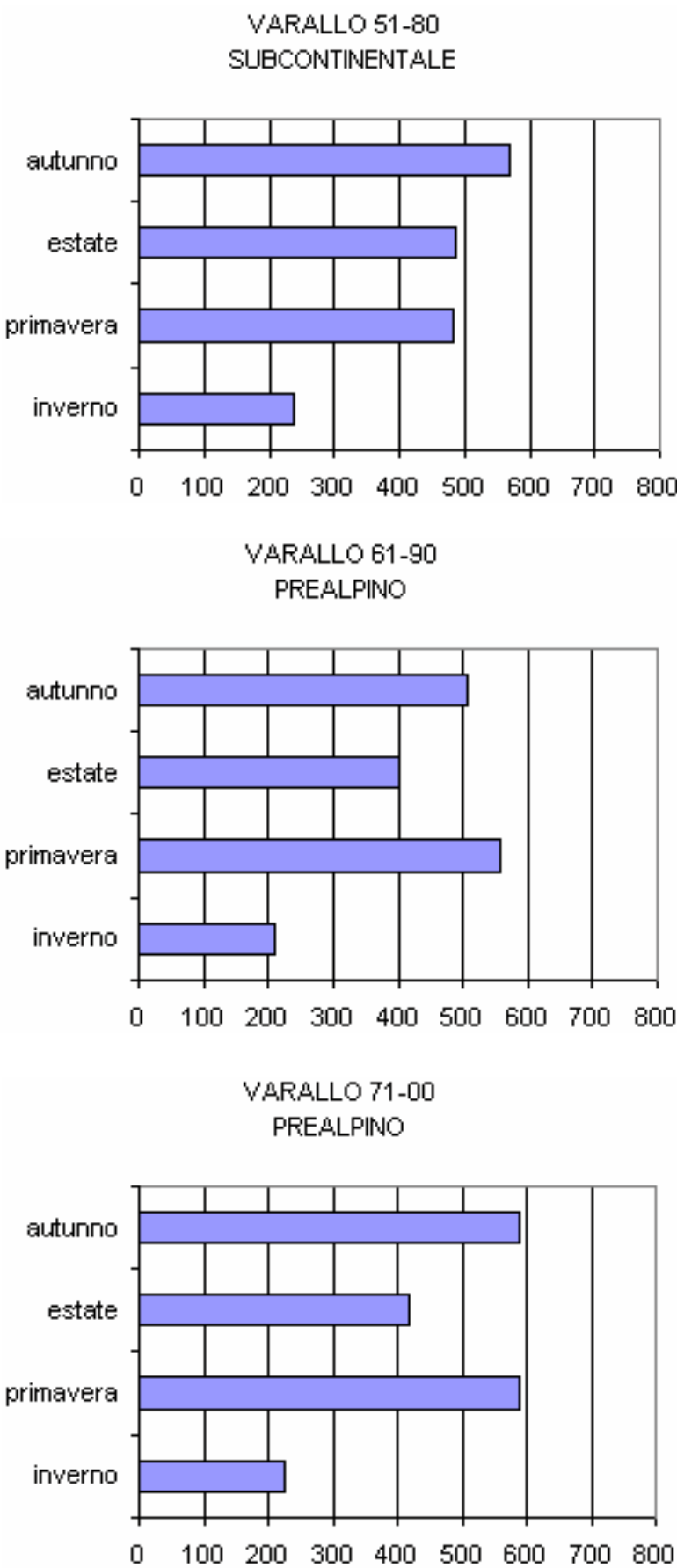
4.2 TERMOMETRIA

4.2.1. Distribuzione delle temperature sui tre periodi standard

Nella Tabella 4.4 si riportano i valori medi delle temperature massime, minime e medie calcolati per tutti i mesi dell'anno su tre periodi standard definiti dal WMO della durata di 30 anni, dal 1951 al 1980, dal 1961 al 1990 e dal 1971 al 2000.

Leggendo i valori riportati nella Tabella 4.4 si nota che il valore minimo, pari a $-3,1^{\circ}\text{C}$, delle temperature minime medie mensili è stato calcolato nel mese di gennaio nelle località di Vercelli e di Luserna S. Giovanni nel periodo 1951-1980. Il valore massimo, pari a $30,1^{\circ}\text{C}$, delle temperature massime medie mensili è stato rilevato nel mese di luglio, nella località di Asti nel periodo 1971-2000.

Nell'ultima colonna della Tabella 4.4 sono riportati i valori medi annui delle variabili studiate e, in tutte le stazioni, si osserva un graduale aumento dei valori nel susseguirsi dei trentenni. L'aumento maggiore si



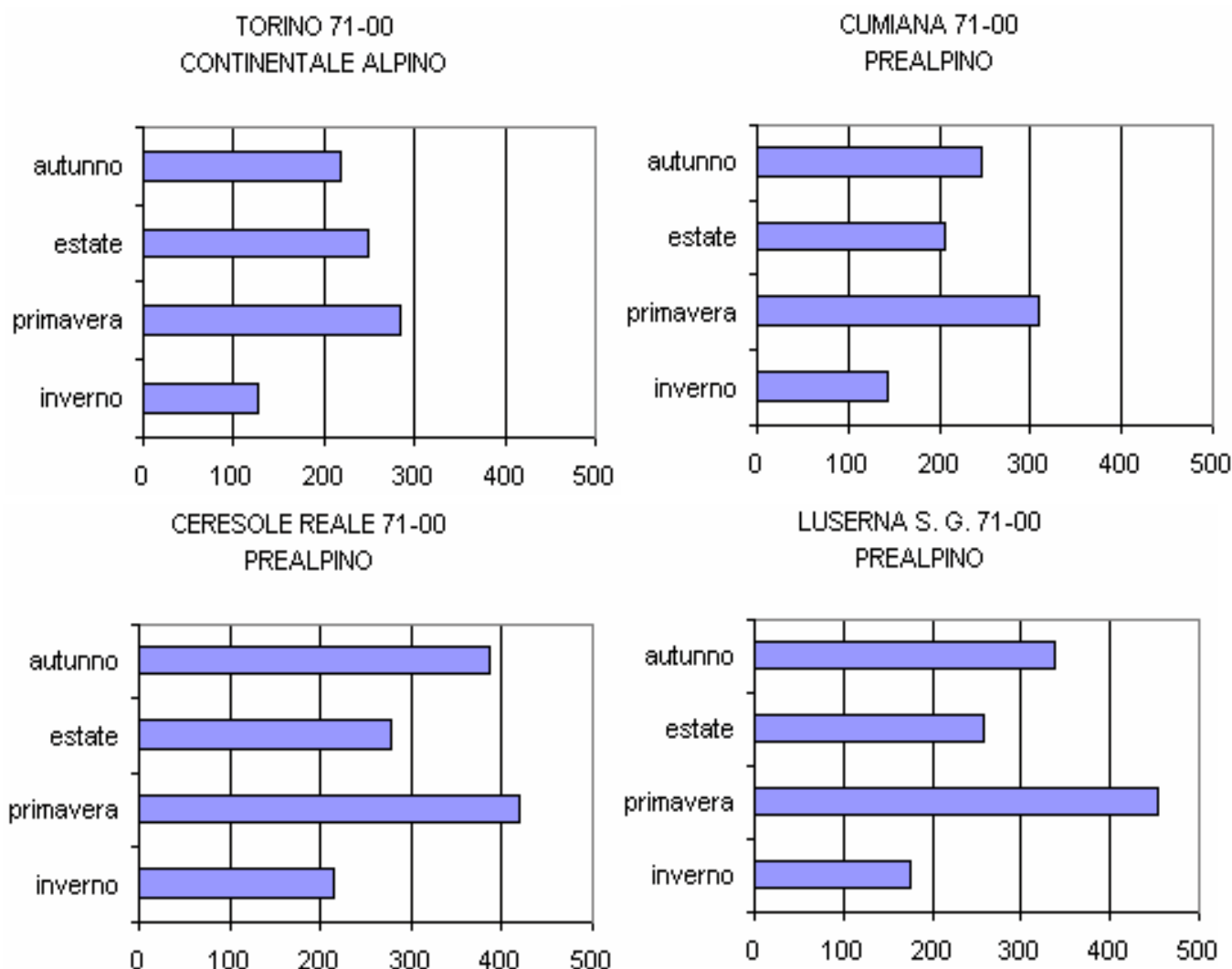


Figura 4.2

Distribuzione delle precipitazioni nel trentennio 1971-2000 rappresentativa dei differenti regimi pluviometrici. Sulle ascisse si riportano le quantità di pioggia [mm], sulle ordinate le stagioni.

registra nella località di Luserna S. Giovanni dove le temperature massime passano da un valore di 14,6°C, misurato nel 1951-1980 a 16,0°C registrato nel 1971-2000, mentre le temperature minime passano da 6,4°C nel 1951-1980 a 8,6°C nel 1971-2000. La località che presenta un andamento quasi costante nei valori delle temperature massime è Vercelli dove, le temperature massime annuali oscillano attorno ai 17,0°C, nei tre periodi considerati, mentre le

minime mostrano un leggero aumento, passando da 7,3°C nel periodo 1951-1980 a 7,8°C nel 1971-2000.

Nella Tabella 4.4, oltre ad essere riportati i valori medi delle temperature, vengono indicati i valori medi del numero di giorni di gelo (giorni con temperatura minima $\leq 0^\circ\text{C}$), di giorni senza disgelo (giorni con temperatura massima $\leq 0^\circ\text{C}$) e di giorni tropicali (giorni con temperatura massima $\geq 30^\circ\text{C}$).

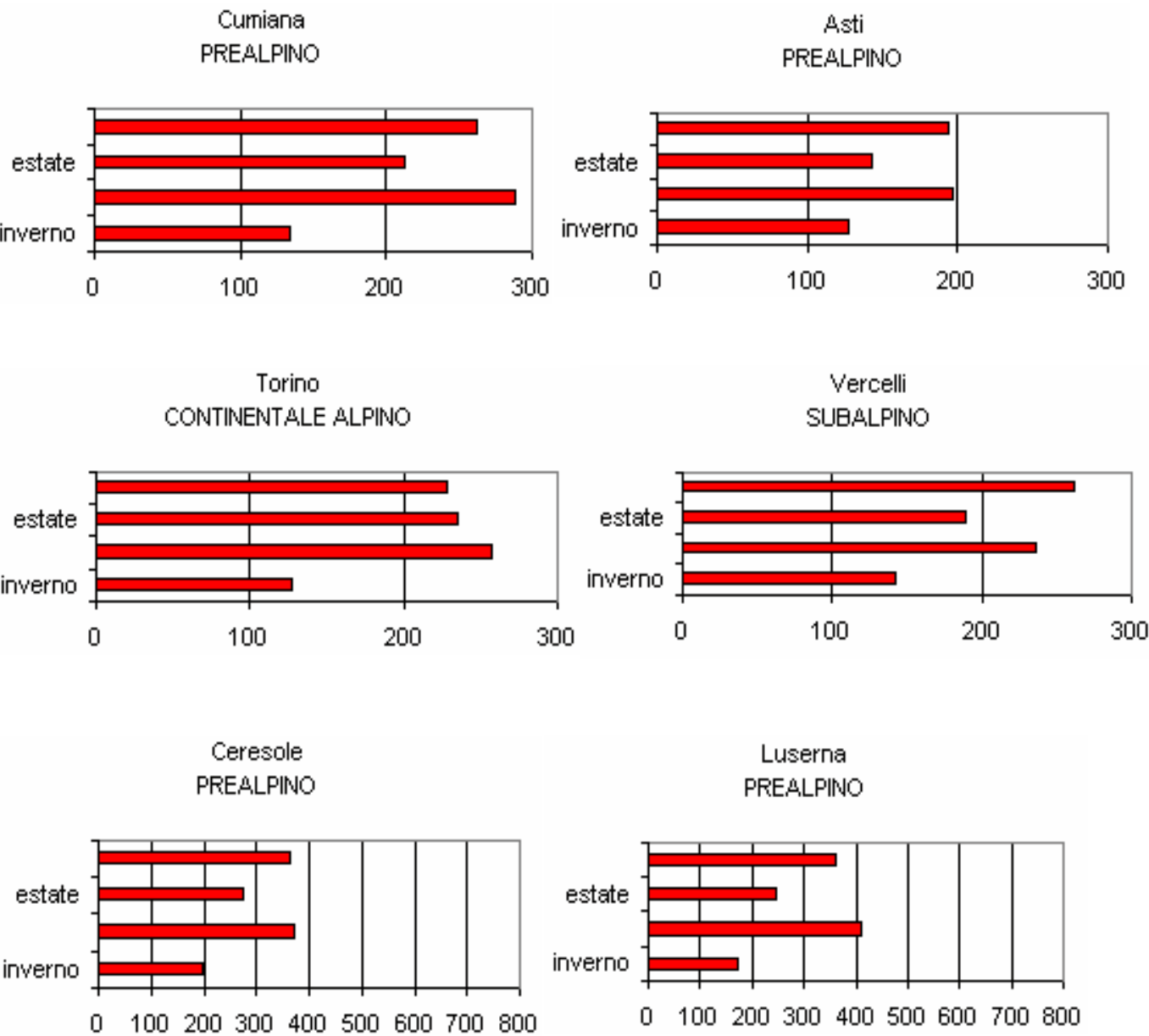


Figura 4.3
Regimi pluviometrici presenti nelle località studiate. Sulle ascisse si riportano le quantità di pioggia [mm], sulle ordinate le stagioni.

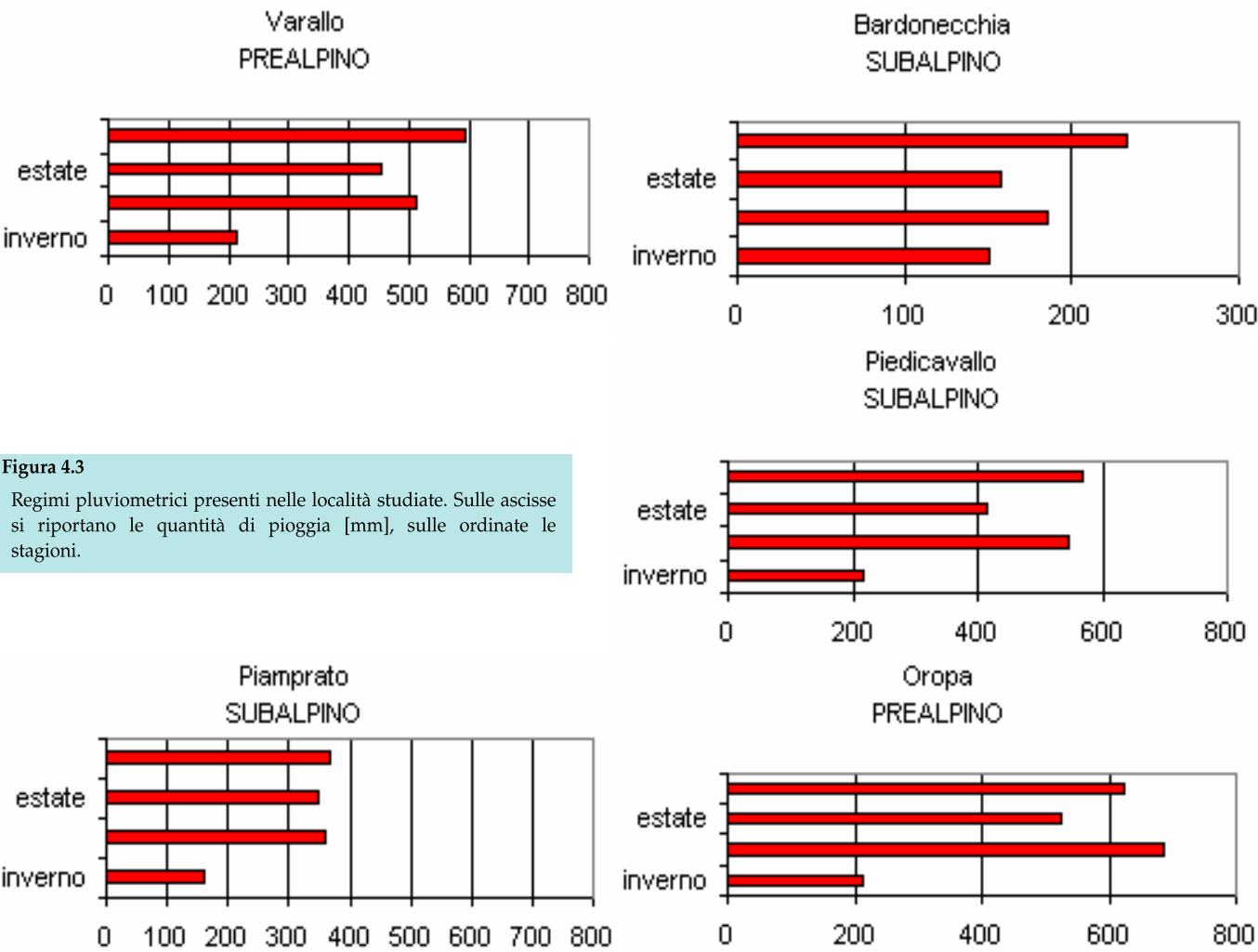


Figura 4.3
Regimi pluviometrici presenti nelle località studiate. Sulle ascisse si riportano le quantità di pioggia [mm], sulle ordinate le stagioni.

Il valore massimo del numero medio mensile di giorni di gelo è stato calcolato nel mese di gennaio con 27 giorni, seguito da dicembre, 26 giorni, nella località di Varallo Sesia nel periodo 1961-1990. Per i giorni senza disgelo, il più alto numero medio mensile si è ricavato nel mese di gennaio, 10 giorni, nella località di Oropa, per il periodo 1951-1980.

Infine, il numero medio mensile massimo di giorni con temperatura tropicale è stato ottenuto nel mese di luglio, 18 giorni, nella località di Asti, sia nel periodo 1961-1990 e sia nel periodo 1971-2000.

Per quanto riguarda i valori annuali

medi del numero di giorni di gelo, di giorni senza disgelo e dei giorni tropicali, in tutte le località, si individua un andamento quasi costante, in quanto, nel corso dei periodi studiati, non sembra abbiano subito grosse variazioni.

Nella Tabella 4.5 vengono riportati i

Tabella 4.2
Classificazione dei tipi di regime pluviometrico secondo la classificazione di A. Mori.

MINIMO	MASSIMO PRINCIPALE	MASSIMO SECONDARIO	TIPO
INVERNO	Estate	Autunno	Continentale
	Autunno	Estate	Subcontinentale
	Primavera	Autunno	Prealpino
	Autunno	Primavera	Subalpino
ESTATE	Primavera	Autunno	Interno-padano
	Autunno	Primavera	Sublitoraneo
	Autunno	Inverno	Submediterraneo
	Inverno	Autunno	Mediterraneo
	Inverno	Primavera	Mediterraneo

valori medi mensili delle stesse variabili indicate in Tabella 4.4, calcolati mediando tra di loro i valori mensili ottenuti nelle diverse località. Si è deciso di calcolare il valore medio di queste variabili per avere una visione globale dell'andamento delle temperature negli intervalli di tempo considerati.

Osservando i valori della Tabella 4.5 si nota un graduale aumento, nel susseguirsi dei trentenni, dei valori medi delle temperature massime, minime e medie e del numero medio di giorni tropicali.

Per le temperature massime si è calcolato un valore medio annuo di $15,1^{\circ}\text{C}$ nel periodo 1951-1980, mentre, nel periodo 1971-2000 un valore pari a $15,6^{\circ}\text{C}$.

Per le temperature minime, invece, si è stimato un valore medio pari a $6,9^{\circ}\text{C}$ nel periodo 1951-1980, mentre, nel periodo 1971-2000, la temperatura minima media risulta uguale a $7,6^{\circ}\text{C}$.

L'aumento maggiore è stato calcolato sulle temperature minime; infatti tra i trentenni si registra una differenza media di $0,7^{\circ}\text{C}$, mentre per le temperature massime una differenza media di $0,5^{\circ}\text{C}$.

Nell'andamento del numero di giorni di gelo e di giorni senza disgelo si evidenzia una graduale diminuzione. Infatti, per il numero di giorni di gelo si passa da un valore annuo di 80 giorni, calcolato nel periodo 1951-1980, ad un valore pari a 67 giorni per il periodo 1971-2000, mentre, per il numero di giorni

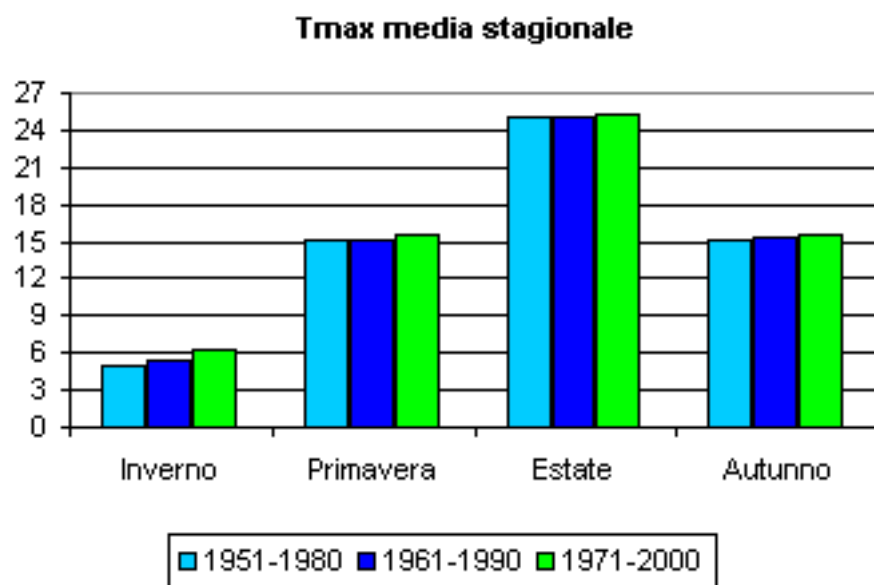


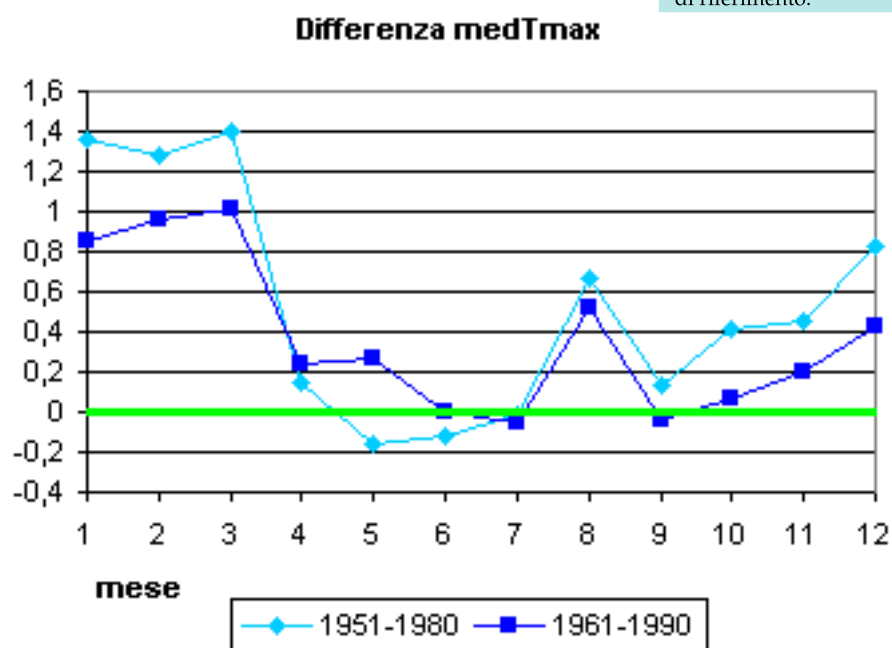
Figura 4.4

a) Valori medi stagionali delle temperature massime calcolati sui tre trentenni.

b) Differenza tra i valori medi mensili delle temperature massime calcolati utilizzando la formula (1). In verde viene indicata la linea rappresentante i valori mensili del trentennio 1971-2000 utilizzati come punti di riferimento.

senza disgelo, si passa da un valore di 11 giorni a un valore di 6 giorni, calcolati rispettivamente nel periodo 1951-1980 e nel periodo 1971-2000.

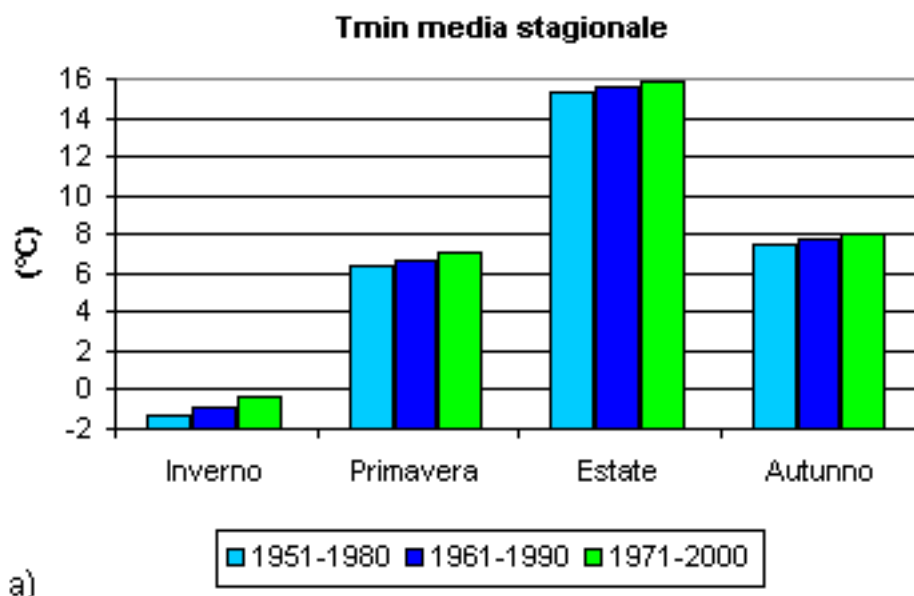
Al contrario, nell'andamento del numero di giorni tropicali si registra un leggero aumento; infatti i valori variano tra i 17 giorni, calcolati nel periodo 1951-1980, e i 19 giorni per il periodo 1971-2000.



Si è deciso quindi di considerare il trentennio 1971-2000 come riferimento e valutare le differenze con i valori calcolati nei trentenni precedenti, 1951-1980 e 1961-1990. Le differenze sono state calcolate nel seguente modo:

$$T_{\max, \text{ mese (1971-2000)}} - T_{\max, \text{ mese (1951-1980 / 1961-1990)}}; \quad (1)$$

$$T_{\min, \text{ mese (1971-2000)}} - T_{\min, \text{ mese (1951-1980 / 1961-1990)}}; \quad (2)$$



a)

Il segno assunto dalle differenze ci consente di avere una stima relativa dell'andamento delle variabili. Se le differenze ammettono segno positivo possiamo affermare che nell'ultimo trentennio si sono registrate mediamente temperature più elevate; se invece assumono segno negativo possiamo sostenere che nell'ultimo trentennio si sono misurate mediamente temperature inferiori.

Nella Figura 4.4b le differenze tra le temperature massime assumono prevalentemente valori positivi tranne in alcuni mesi estivi.

I valori delle differenze tra i periodi 1971-2000 e 1951-1980 ammettono segno negativo nel mese di maggio e giugno, mentre a luglio il valore è prossimo allo zero. Nei restanti mesi le differenze assumono segno positivo e il valore massimo, pari a 1,4°C, è stato calcolato nei mesi di gennaio e marzo seguiti da febbraio con

b)

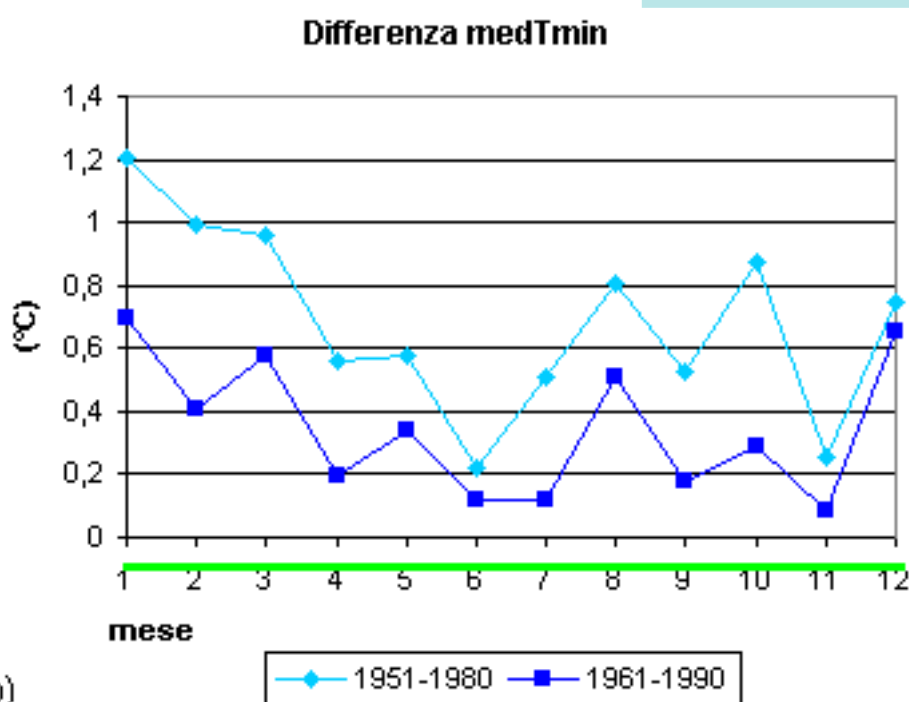
1,3°C.

I valori delle differenze delle temperature massime tra i periodi 1971-2000 e 1961-1990 presentano un andamento simile ai valori calcolati precedentemente.

La differenza nel mese di luglio assume un valore negativo (-0,1°C) ma prossimo allo zero mentre nel

Figura 4.5

a) Valori medi stagionali delle temperature minime calcolati sui 3 trentenni. b) Differenza tra i valori medi mensili delle temperature minime calcolati utilizzando la formula (2). In verde viene indicata la linea rappresentante i valori mensili del trentennio 1971-2000 utilizzati come punti di riferimento.



mezzo di giugno e settembre il valore è uguale a 0,0°C. Nei restanti mesi le differenze assumono valori positivi. La differenza massima è stata calcolata nel mese di marzo e febbraio con 1,0°C seguita da gennaio con 0,9°C.

Osservando la Figura 4.4b emerge un'altra importante caratteristica. Le differenze maggiori tra i periodi considerati si manifestano soprattutto tra il primo periodo (1951-1980) e l'ultimo (1971-2000). Infatti la differenza media annuale tra i due periodi è di 0,5°C, mentre la differenza media annua tra il

secondo periodo (1961-1990) e l'ultimo è di 0,4°C.

Gli andamenti delle differenze medie mensili delle temperature massime confermano il graduale aumento delle temperature massime nel corso degli anni, evidenziando come l'aumento maggiore si sia verificato nei mesi invernali e autunnali.

I risultati ottenuti sono in accordo con altri lavori presenti in letteratura dove si sono analizzati, nel corso degli ultimi due secoli, i trend delle temperature massime e minime evidenziando un graduale

Tabella 4.3

Valori medi mensili e annuali delle precipitazioni, del numero di giorni piovosi e della densità calcolati nelle diverse località, calcolati sull'intero periodo disponibile. In grassetto rosso è evidenziato il minimo mensile principale e in grassetto blu il massimo mensile principale

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
Vercelli 1951-2006													
GP	4,7	4,3	5,9	7,6	8,0	6,8	4,9	5,9	5,5	7,3	6,8	4,8	72,5
P (mm)	41,7	50,6	62,9	83,7	89,6	72,1	54,5	62,3	75,7	92,6	93,7	50,3	829,9
Densità	8,8	11,8	10,7	11,0	11,2	10,7	11,0	10,5	13,7	12,6	13,8	10,5	11,4
Asti 1951-2003													
GP	4,8	4,5	5,5	6,8	7,0	6,2	4,5	4,6	4,6	5,8	6,0	5,1	65,4
P (mm)	41,0	41,7	56,4	69,9	71,0	53,6	45,3	44,7	49,6	70,0	74,0	44,6	661,7
Densità	8,5	9,2	10,3	10,3	10,1	8,7	10,1	9,8	10,8	12,0	12,2	8,8	10,1
Torino 1951-2005													
GP	4,3	4,3	5,5	7,7	9,5	8,7	5,5	6,6	5,8	6,5	5,8	4,2	74,5
P (mm)	37,9	43,3	56,9	93,0	110,1	96,9	62,0	76,2	69,4	85,8	73,5	42,6	847,4
Densità	8,9	10,0	10,3	12,1	11,5	11,2	11,2	11,6	11,9	13,3	12,6	10,2	11,4
Cumiana 1951-2006													
GP	4,4	4,8	6,1	8,5	9,9	8,7	5,5	6,6	6,4	7,2	5,9	4,2	78,1
P (mm)	39,2	51,2	68,3	104,8	115,8	95,4	51,3	65,2	81,6	102,2	76,7	43,5	897,1
Densità	9,0	10,7	11,2	12,3	11,6	11,0	9,4	9,9	12,8	14,2	13,4	10,4	11,5
Varallo 1951-2006													
GP	4,9	5,2	7,0	9,9	12,3	11,1	8,8	9,7	7,9	8,7	7,4	4,6	97,4
P (mm)	62,8	75,6	115,8	185,9	212,4	178,8	135,9	139,2	189,0	227,7	175,8	74,4	1773,4
Densità	12,9	14,5	16,4	18,8	17,3	16,2	15,5	14,3	24,0	26,1	23,7	16,1	18,2
Luserna 1951-2006													
Numero giorni piovosi	4,9	5,0	7,4	9,8	11,2	8,8	5,8	7,3	6,9	8,1	6,7	5,1	87,0
Precipitazioni (mm)	47,7	61,1	94,7	146,6	167,7	120,9	48,3	78,6	114,0	149,9	97,8	62,4	1189,5
Densità	9,8	12,3	12,6	15,0	15,0	13,7	8,3	10,7	16,5	18,4	14,6	12,3	13,7
Susa 1951-2006													
GP	5,0	5,2	5,9	8,2	8,9	8,3	5,7	6,3	5,5	7,3	6,4	5,2	77,9
P (mm)	41,3	45,8	49,6	89,0	83,9	69,6	30,7	47,5	62,8	88,4	77,3	46,2	732,3
Densità	6,3	8,8	8,3	10,9	9,4	8,4	5,4	7,6	11,4	12,2	12,1	8,9	9,4

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
Salbertrand 1951-2006													
GP	5,9	6,0	6,6	8,3	9,3	8,7	6,3	7,2	6,8	7,9	6,6	6,0	85,2
P (mm)	48,5	52,3	57,3	82,4	82,9	69,9	36,7	52,5	60,7	83,7	63,5	52,7	743,0
Densità	8,2	8,7	8,6	9,9	9,0	8,1	5,8	7,3	9,2	10,7	9,7	8,8	8,7
Piedicavallo 1951-2006													
GP	4,4	4,9	6,7	9,8	12,5	10,5	8,5	8,8	7,3	8,1	7,1	4,9	93,5
P (mm)	66,9	76,3	115,4	202,9	226,1	174,5	100,1	139,5	179,4	214,9	174,0	72,0	1741,9
Densità	15,4	15,6	17,3	20,7	17,9	16,7	11,8	15,8	24,6	26,5	24,6	14,8	18,6
Oropa 1951-2002													
GP	5,7	6,3	8,5	11,7	14,6	13,0	9,3	10,3	8,8	9,2	8,1	6,0	111,6
P (mm)	59,0	80,6	137,5	246,3	301,6	233,1	129,6	163,1	195,6	253,1	176,0	72,2	2047,8
Densità	10,4	12,7	16,1	21,0	20,6	17,9	14,0	15,8	22,2	27,5	21,8	12,1	18,3
Bardonecchia 1951-2006													
GP	7,0	6,3	7,0	7,7	9,0	8,4	6,9	7,0	6,5	8,2	7,5	7,0	88,4
P (mm)	50,7	47,7	49,7	63,7	71,9	66,0	41,2	50,9	66,8	92,0	74,7	52,7	728,0
Densità	7,3	7,5	7,1	8,3	8,0	7,9	6,0	7,3	10,3	11,2	10,0	7,6	8,2
Piampreto 1951-2006													
GP	5,5	5,5	6,6	9,0	11,4	10,8	8,1	9,3	7,8	7,8	6,6	5,4	93,6
P (mm)	46,0	57,0	73,6	132,6	152,7	140,9	87,8	118,9	121,9	141,7	102,3	66,9	1232,2
Densità	8,4	10,3	11,4	14,8	13,4	13,0	10,9	12,7	15,7	18,3	15,5	10,6	13,2
Ceresole Reale 1951-2006													
GP	7,8	8,6	9,6	11,3	12,7	11,1	9,9	10,6	9,0	9,3	9,0	7,9	116,7
P (mm)	58,1	68,8	89,0	131,5	151,1	106,3	75,7	92,4	109,4	146,3	109,6	72,1	1210,1
Densità	7,5	8,0	9,3	11,7	11,9	9,6	7,6	8,7	12,1	15,7	12,2	9,2	10,4

aumento delle temperature (Brunetti et al. 2006).

Nella Figura 4.5b vengono rappresentati gli andamenti delle differenze tra le temperature minime nei diversi periodi. Osservando il grafico si nota un andamento “simile” tra la prima differenza ($T_{\min, 71-00} - T_{\min, 51-80}$) e la seconda ($T_{\min, 71-00} - T_{\min, 61-90}$) ed entrambe, in tutti i mesi, ammettono valori positivi.

La prima differenza assume valore massimo nel mese di gennaio ($1,2^{\circ}\text{C}$) seguito da febbraio e marzo ($1,0^{\circ}\text{C}$), mentre il valore minimo è stato calcolato nel mese di giugno ($0,2^{\circ}\text{C}$).

La seconda differenza ammette valore massimo nel mese di gennaio

e dicembre ($0,7^{\circ}\text{C}$) seguito da marzo ($0,6^{\circ}\text{C}$), mentre il valore minimo è stato individuato nei mesi di giugno, luglio e novembre ($0,1^{\circ}\text{C}$).

Osservando la Figura 4.5b risulta evidente che le differenze maggiori si calcolano tra il primo e l'ultimo periodo. Infatti il valore medio annuale risulta pari a $0,7^{\circ}\text{C}$, mentre nella seconda differenza a $0,3^{\circ}\text{C}$.

Anche l'andamento delle differenze tra le temperature minime ci permette di rilevare il graduale aumento delle temperature minime nel corso degli anni e, questo aumento, risulta più elevato nei mesi invernali, estivi e autunnali.

Nella Tabella 4.6 sono riportati i valori medi mensili delle

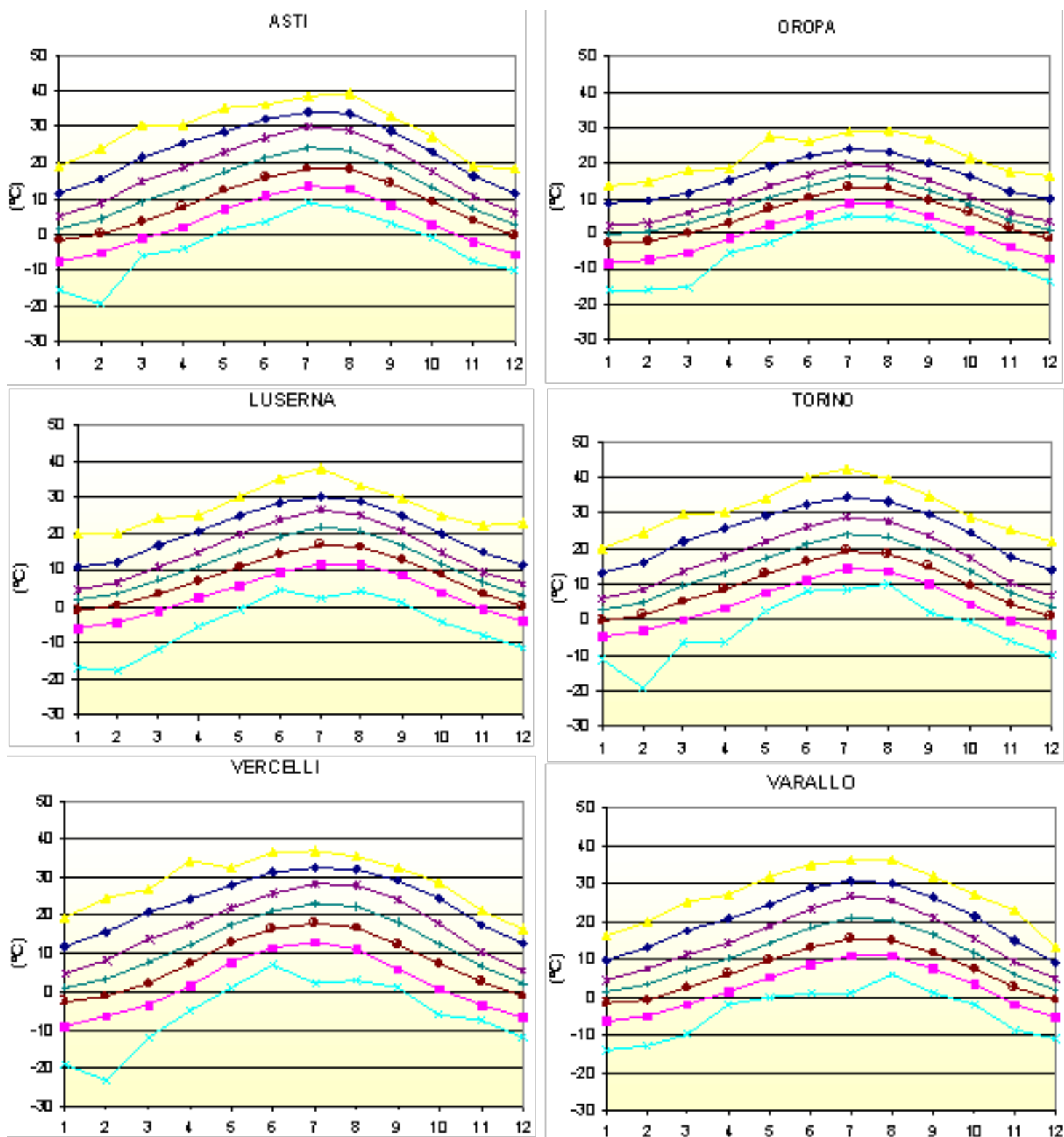
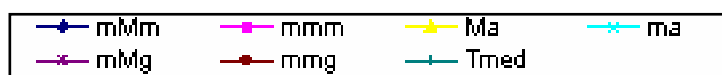


Figura 4.6

Sette curve termiche: Ma = massime assolute, mMM = media dei massimi mensili, mMg giornalieri = media dei massimi giornalieri, Tmed = media mensile, mmg = media dei minimi giornalieri, mmm = media dei minimi mensili, ma = minime assolute.



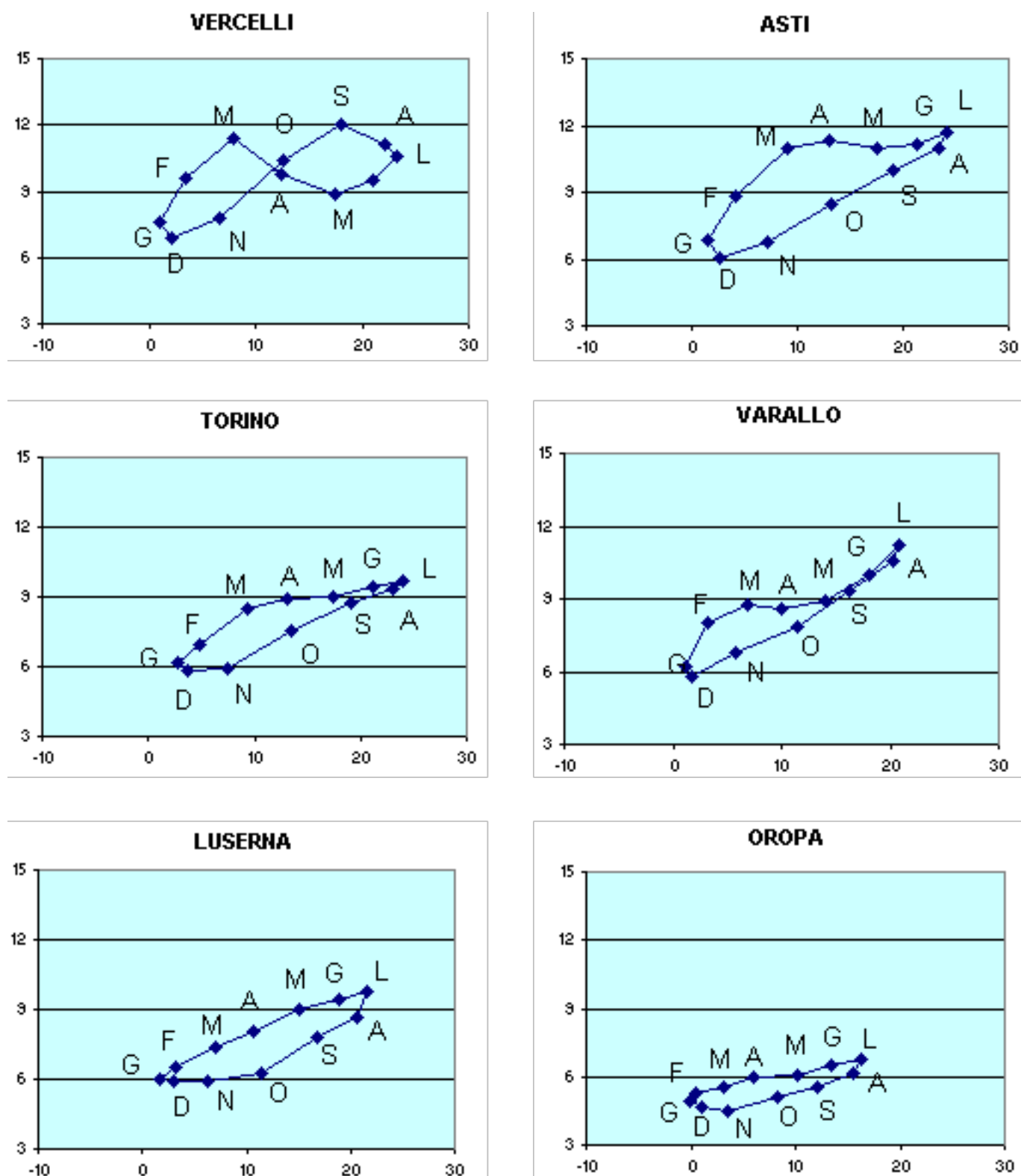


Figura 4.7

Termogrammi: sull'asse delle ascisse temperatura media mensile, sull'asse delle ordinate escursione termica media mensile.

temperature massime, minime e medie, del numero dei giorni senza disgelo, di gelo e tropicali calcolati su tutto il periodo studiato disponibile.

I valori medi delle temperature minime giornaliere sono inferiori a zero nel mese di gennaio in tutte le località. Il valore minimo, pari a $-2,8^{\circ}\text{C}$, è stato calcolato nella località di Vercelli seguito da Oropa ($-2,6^{\circ}\text{C}$), mentre il valore massimo ($-0,3^{\circ}\text{C}$) è stato stimato nella città di Torino. Nelle restanti località il valore medio varia tra $-1,9^{\circ}\text{C}$ e $-1,4^{\circ}\text{C}$.

Il valore medio delle temperature minime giornaliere ammette segno negativo anche nei mesi di febbraio e dicembre a Varallo, Vercelli, Asti e Oropa, mentre a Luserna si è calcolata una temperatura minima media uguale a $0,0^{\circ}\text{C}$. L'unica località nella quale si sono ottenuti dei valori positivi nei mesi di febbraio e dicembre è Torino.

Per le temperature massime giornaliere, in tutte le località, il valore medio massimo è stato calcolato nel mese di luglio, seguito da agosto. Il valore medio più elevato delle temperature massime ($29,9^{\circ}\text{C}$) è stato calcolato nella località di Asti dove, nel mese d'agosto, si registra un valore medio pari a $29,0^{\circ}\text{C}$. Nelle restanti località, il valore medio delle temperature massime giornaliere varia tra $26,5^{\circ}\text{C}$ e $28,8^{\circ}\text{C}$, mentre nella località di Oropa si è calcolato il valore minimo del mese di luglio ($19,6^{\circ}\text{C}$).

In Tabella 4.7 vengono riportate le temperature estreme giornaliere registrate nelle diverse località.

La temperatura massima assoluta ($42,6^{\circ}\text{C}$) si è misurata nella stazione meteorologica di Torino il 5 luglio 1957, mentre la temperatura minima assoluta ($-23,4^{\circ}\text{C}$) si è rilevata nella stazione di Vercelli il 15 febbraio 1956.

Solitamente, inoltre, le temperature massime estreme si verificano nel mese di luglio. Per le temperature minime estreme invece si può indicare un periodo, tra il 13 e il 15 febbraio 1956, comune a tutte le stazioni, nel quale sono state misurate le temperature più basse. Riprendendo infatti un articolo del "Il Messaggero" del febbraio 1956 si può leggere <<Masse d'aria glaciale provenienti dai Balcani attraversano la Penisola spostandosi verso l'Atlantico....una neve sottile e gelata ha cominciato a cadere sul torinese durante la notte ed ha attecchito prontamente causa il freddo.>>

Per quanto riguarda i valori medi mensili del numero di giorni senza disgelo e di gelo (Tabella 4.5) i valori massimi, in tutte le stazioni, sono stati calcolati nel mese di gennaio. Il numero medio massimo mensile di giorni senza disgelo è stato calcolato nella stazione di Oropa con 76 giorni seguito da Luserna S. G. con 48.

Per i giorni di gelo il valore medio massimo mensile (25 giorni) è stato registrato ad Oropa e a Varallo, seguito da Vercelli con 24,2 giorni.

Per i giorni con temperature tropicali il valore medio massimo mensile, in tutte le stazioni, è stato individuato nel mese di luglio. Il valore massimo pari a 17,3 giorni è

stato calcolato nella località di Asti seguita da Torino con 12,4 giorni. Nella stazione di Oropa invece, in nessun mese dell'anno, sono stati individuati giorni con temperature tropicali.

In Figura 4.7 vengono riportati i termogrammi delle località considerate. Queste rappresentazioni si ottengono riportando in ascissa le medie delle temperature mensili e in ordinata le

Tabella 4.4

Valori medi mensili e annuali delle variabili climatiche analizzate: Tmax = temperatura media massima, Tmin = temperatura media minima, Tmed = temperatura media, TsenDis = numero medio di giorni senza disgelo, Tgelo = numero di giorni di gelo e Tmax>30 = numero di giorni tropicali. I valori si sono calcolati su tre periodi standard, dettati dal WMO, della durata di 30 anni: 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000, nelle sei località studiate.

		gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
VARALLO	quota	453 sim												
1951/1980	Tmax	4,0	6,7	10,1	13,5	17,8	22,2	26,0	25,0	20,3	14,8	9,1	4,9	14,5
	Tmin	-2,1	-1,0	2,0	5,4	9,2	12,6	14,6	14,6	11,0	7,1	2,1	-1,4	6,2
	Tmed	1,0	2,9	6,0	9,4	13,5	17,4	20,3	19,8	15,6	10,9	5,6	1,7	10,3
	TsenDis	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
	Tgelo	26	20	8	1	0	0	0	0	0	0	10	23	88
	Tmax>30	0	0	0	0	0	1	4	2	0	0	0	0	7
1961/1990	Tmax	4,1	6,7	10,1	13,2	17,0	22,2	26,1	25,4	20,4	14,3	9,4	4,9	14,5
	Tmin	-2,3	-1,1	1,9	5,3	8,9	12,6	14,7	14,7	11,0	6,9	1,8	-1,9	6,0
	Tmed	0,9	2,8	6,0	9,2	13,0	17,4	20,4	20,0	15,7	10,6	5,6	1,5	10,3
	TsenDis	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7
	Tgelo	27	21	8	1	0	0	0	0	0	0	11	26	95
	Tmax>30	0	0	0	0	0	1	4	3	0	0	0	0	9
1971/2000	Tmax	4,6	7,3	11,0	13,5	17,3	22,6	25,4	25,9	20,7	15,0	9,1	4,5	14,8
	Tmin	-1,7	-0,7	2,4	5,0	8,9	12,5	14,2	14,8	11,0	7,1	1,9	-1,2	6,2
	Tmed	1,4	3,3	6,7	9,3	13,1	17,5	19,8	20,4	15,9	11,1	5,5	1,7	10,5
	TsenDis	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
	Tgelo	24	20	6	1	0	0	0	0	0	1	10	23	84
	Tmax>30	0	0	0	0	0	1	5	5	0	0	0	0	12
VERCELLI	quota	135 sim												
1951/1980	Tmax	4,4	8,1	13,1	17,6	21,9	25,8	28,4	27,5	24,2	18,0	10,5	5,4	17,1
	Tmin	-3,1	-1,2	2,1	7,0	12,7	16,2	17,7	16,4	12,0	7,0	2,6	-1,4	7,3
	Tmed	0,7	3,4	7,6	12,3	17,3	21,0	23,1	22,0	18,1	12,5	6,6	2,0	12,2
	TsenDis	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8
	Tgelo	24	19	11	1	0	0	0	0	0	2	10	22	89
	Tmax>30	0	0	0	0	0	4	11	8	2	0	0	0	24
1961/1990	Tmax	4,2	7,7	13,0	17,0	21,3	25,4	28,2	27,3	24,1	18,0	10,1	5,3	16,8
	Tmin	-3,0	-1,0	2,1	7,7	12,9	16,0	17,7	16,3	12,0	7,4	2,4	-1,9	7,4
	Tmed	0,6	3,3	7,5	12,3	17,1	20,7	23,0	21,8	18,1	12,7	6,2	1,7	12,1
	TsenDis	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
	Tgelo	24	20	10	1	0	0	0	0	0	2	11	23	90
	Tmax>30	0	0	0	0	0	3	10	7	1	0	0	0	22
1971/2000	Tmax	5,0	8,3	13,7	18,8	21,4	25,2	28,2	27,6	23,9	17,6	10,4	5,8	17,0
	Tmin	-2,2	-0,9	2,7	8,2	13,4	16,3	18,1	16,9	12,2	7,7	2,4	-1,0	7,8
	Tmed	1,4	3,7	8,2	12,5	17,4	20,7	23,1	22,3	18,0	12,6	6,4	2,4	12,4
	TsenDis	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
	Tgelo	23	19	8	0	0	0	0	0	0	1	11	20	82
	Tmax>30	0	0	0	0	0	2	10	8	1	0	0	0	21

		gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
TORINO	quota	270 slm												
1951/1980	Tmax	4,9	7,4	12,8	17,6	21,9	25,9	28,9	27,3	23,6	17,0	10,0	6,1	17,0
	Tmin	-0,6	1,0	4,8	8,4	12,6	16,4	19,0	18,1	14,8	9,4	4,5	0,7	9,1
	Tmed	2,1	4,2	8,8	13,0	17,3	21,1	23,9	22,7	19,2	13,2	7,3	3,4	13,0
	TsenDis	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
	Tgelo	18	11	3	0	0	0	0	0	0	0	3	14	49
	Tmax>30	0	0	0	0	1	5	12	8	2	0	0	0	28
1961/1990	Tmax	6,0	8,3	13,4	17,2	21,2	25,5	28,5	27,2	23,6	17,7	10,5	6,9	17,2
	Tmin	-0,1	1,7	5,2	8,6	12,6	16,2	19,1	18,2	14,9	9,9	4,5	0,7	9,3
	Tmed	3,0	5,0	9,3	12,9	16,9	20,9	23,8	22,7	19,2	13,8	7,5	3,8	13,2
	TsenDis	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	Tgelo	16	9	2	0	0	0	0	0	0	0	3	14	43
	Tmax>30	0	0	0	0	0	4	11	8	1	0	0	0	25
1971/2000	Tmax	6,7	9,2	14,0	17,6	21,3	25,4	28,5	27,7	23,3	18,0	10,8	7,4	17,5
	Tmin	0,4	2,1	5,7	8,9	12,9	16,3	19,2	18,7	14,9	10,3	4,5	1,3	9,6
	Tmed	3,6	5,6	9,8	13,3	17,1	20,8	23,9	23,2	19,1	14,1	7,7	4,3	13,5
	TsenDis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	Tgelo	14	7	1	0	0	0	0	0	0	0	3	11	36
	Tmax>30	0	0	0	0	1	3	11	9	1	0	0	0	26
LUSERNA	quota	478 slm												
1951/1980	Tmax	2,9	5,1	9,5	14,6	19,7	23,9	26,7	24,9	20,5	13,9	8,3	4,8	14,6
	Tmin	-3,1	-1,6	1,7	5,7	9,6	13,5	15,8	15,2	11,9	6,9	2,1	-1,4	6,4
	Tmed	-0,1	1,7	5,6	10,1	14,6	18,7	21,2	20,1	16,2	10,4	5,2	1,7	10,5
	TsenDis	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16
	Tgelo	26	19	10	1	0	0	0	0	0	1	9	23	89
	Tmax>30	0	0	0	0	0	1	5	2	0	0	0	0	8
1961/1990	Tmax	4,4	6,2	10,2	14,9	19,5	24,0	27,0	25,1	21,1	15,0	9,3	6,2	15,3
	Tmin	-1,3	0,3	3,3	6,9	10,7	14,1	17,0	16,0	13,1	8,6	3,4	-0,2	7,7
	Tmed	1,6	3,3	6,8	10,9	15,1	19,1	22,0	20,5	17,1	11,8	6,4	3,0	11,5
	TsenDis	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
	Tgelo	22	14	6	0	0	0	0	0	0	0	6	19	67
	Tmax>30	0	0	0	0	0	2	7	3	0	0	0	0	13
1971/2000	Tmax	6,3	8,2	12,0	15,3	19,7	23,7	26,7	25,3	21,3	15,5	10,4	7,5	16,0
	Tmin	0,3	1,7	4,7	7,5	11,4	14,7	17,5	16,9	13,9	9,4	4,3	1,1	8,6
	Tmed	3,3	5,0	8,3	11,4	15,6	19,2	22,1	21,1	17,6	12,4	7,3	4,3	12,3
	TsenDis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Tgelo	16	10	3	0	0	0	0	0	0	0	4	14	46
	Tmax>30	0	0	0	0	0	2	6	3	0	0	0	0	12

medie delle escursioni termiche mensili. I punti vengono tra loro collegati con una spezzata. Il diagramma che si ottiene indica in modo immediato le principali caratteristiche della temperatura: se la spezzata delimita un'area relativamente grande, dovuta all'espansione della figura nel senso delle ordinate, il clima è

caratterizzato da forti escursioni termiche annue. Se invece la figura delimita un'area piccola il clima presenta basse escursioni termiche.

Nelle località di Vercelli ed Asti si manifestano, nel corso dell'anno, le massime escursioni termiche giornaliere. A Vercelli il valore massimo si è calcolato nel mese di settembre con 12,1°C di escursione

Tabella 4.4

Valori medi mensili e annuali delle variabili climatiche analizzate

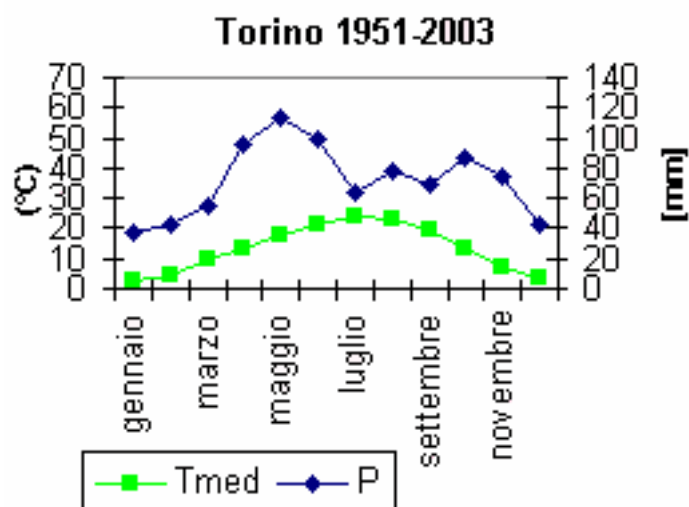
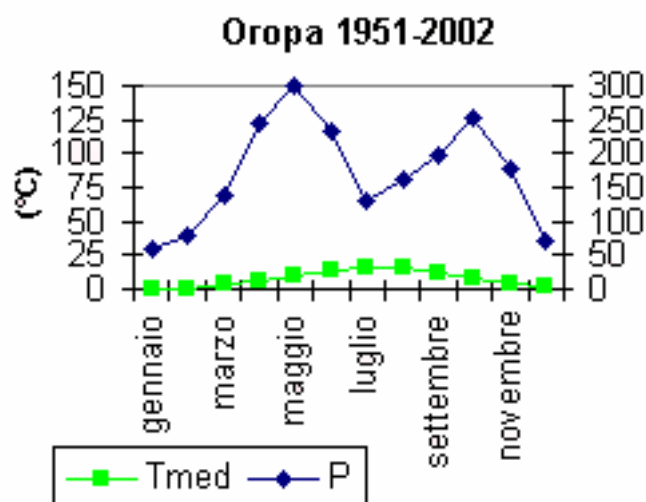


Figura 4.8

Curva ombrotermica secondo Gaussen per le stazioni di Vercelli, Torino, Varallo e Oropa.

media giornaliera, mentre ad Asti nel mese di luglio con 11,7°C.

La stazione meteorologica di Oropa registra l'escursione termica minore infatti, il valore varia tra 4,5°C, calcolato nel mese di novembre, e 6,8°C nel mese di luglio. Per le stazioni situate sopra i 1000 m s.l.m. i valori delle temperature risultano fortemente influenzati da situazioni locali che alterano il normale gradiente termico. Questa situazione si presenta nella stazione di Oropa posta ad una quota di 1080 m s.l.m., dove si ha una debole escursione termica nel corso dell'anno. Questo andamento è dovuto alla presenza, nei dintorni del Santuario, di elevati rilievi montuosi (Monte Mucrone, 2335 m s.l.m.) che oltre a proteggere la stazione dall'azione dominante del vento, presentano una abbondante vegetazione capace di attenuare l'escursione termica.

4.2.2. Sommatoria termica in base 10°C

È un indicatore particolarmente utilizzato in viticoltura in quanto fortemente correlato con lo sviluppo

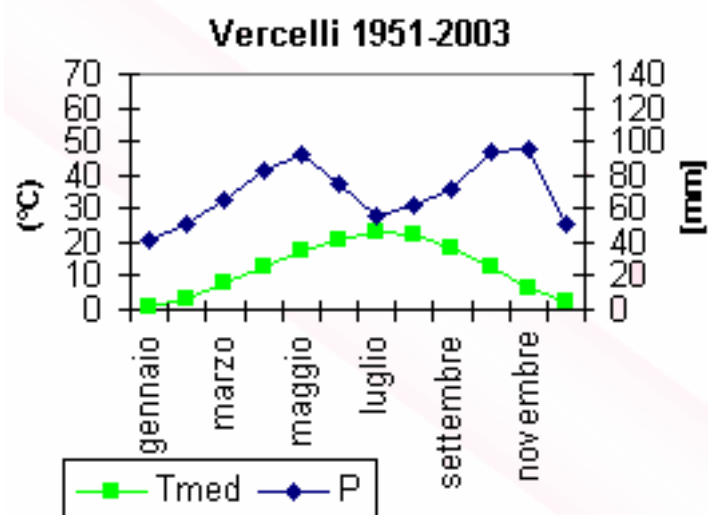
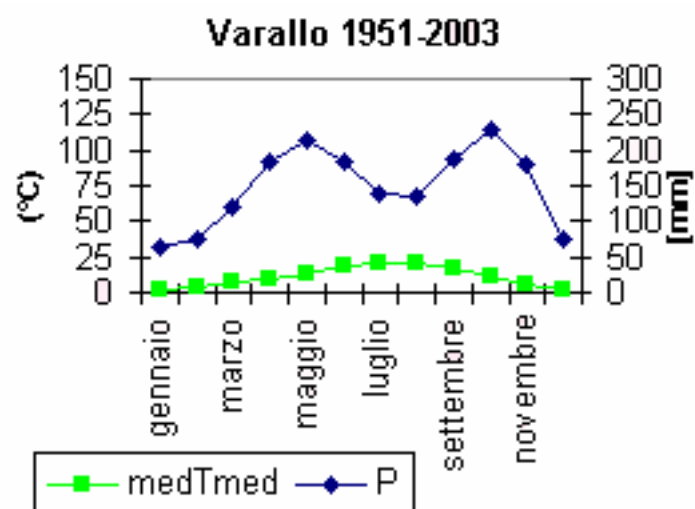


Figura 4.9
Costruzione della curva
ombrotermica secondo
Gaussen per Asti e Luserna
S. G., nel periodo 1951-2003.

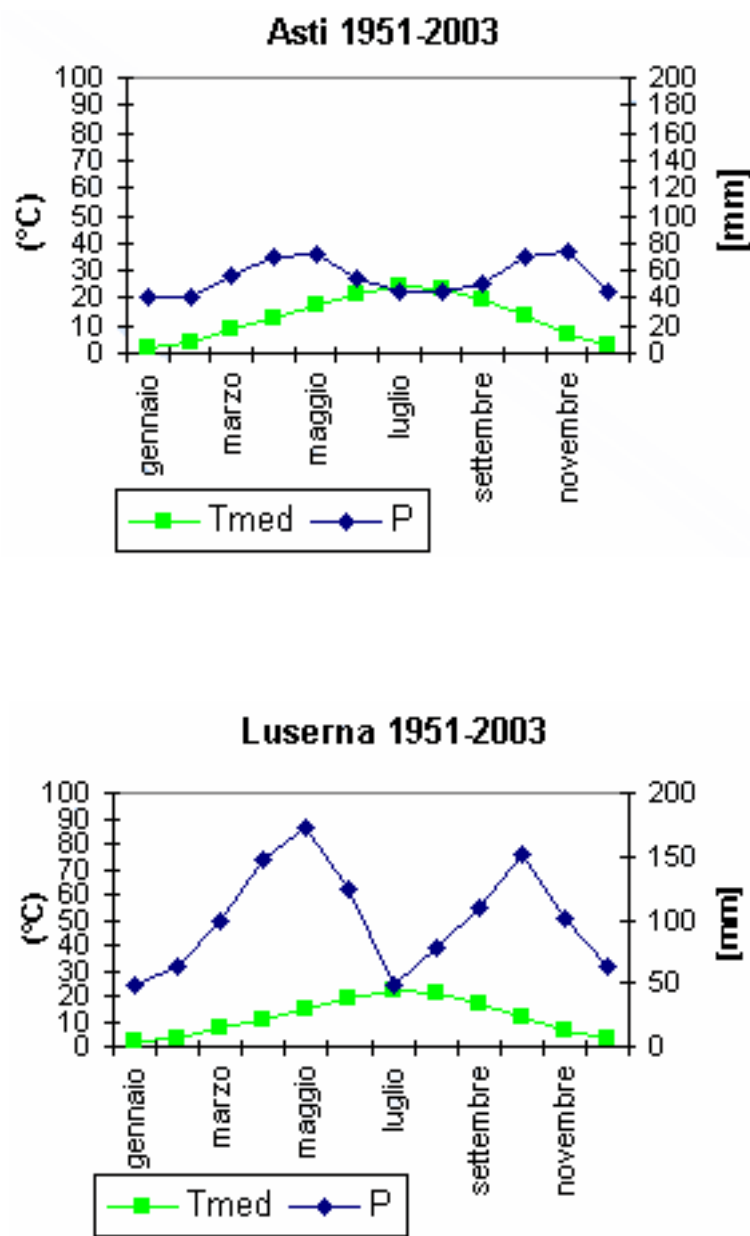
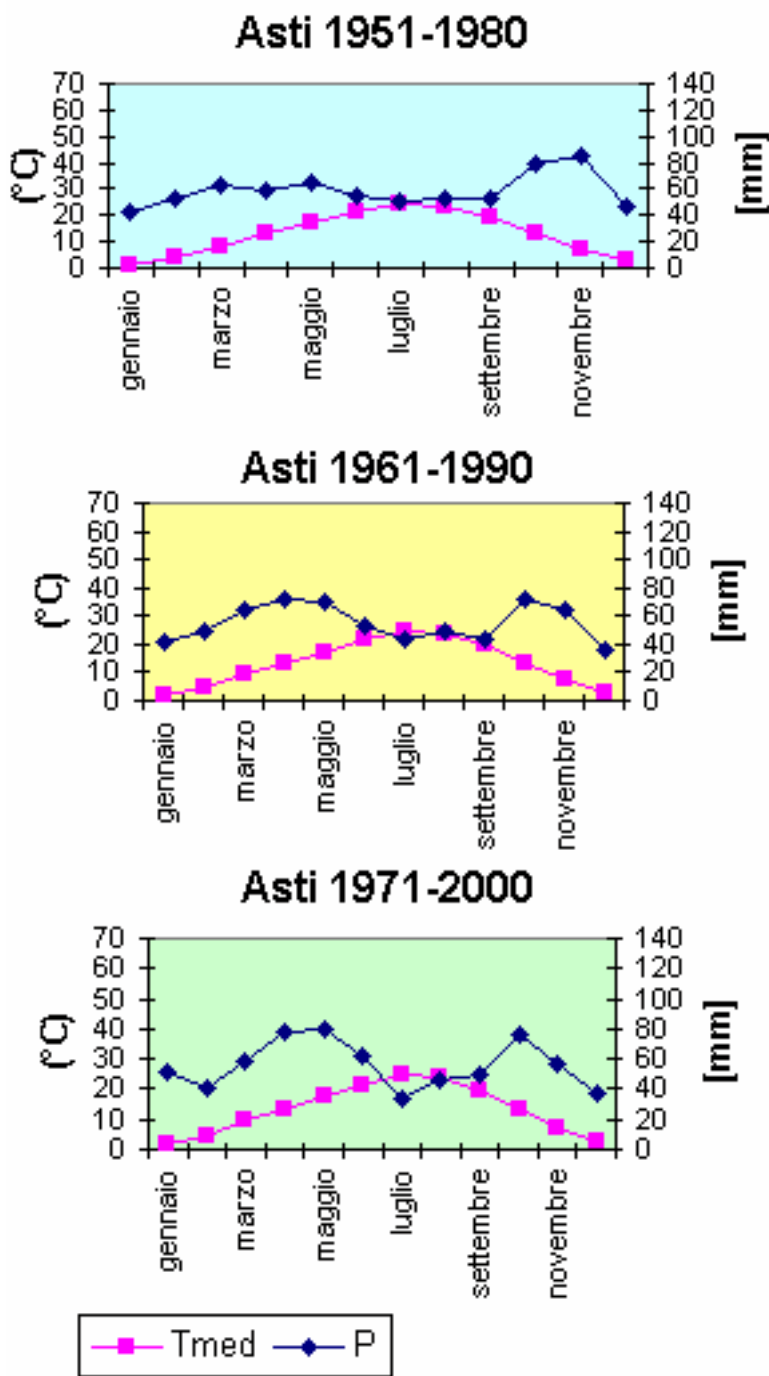


Figura 4.10
Curva ombrotermica della stazione di Asti calcolata sui tre periodi, 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000.



fenologico della pianta e con le potenzialità produttive della vite. Il significato della sommatoria termica scaturisce dal concetto che ogni vegetale necessita, per il raggiungimento delle diverse fasi fenologiche, di accumulare una certa quantità di gradi utili di temperatura (GDD = Growing Degree Days) ovvero gradi giorno di

temperatura al di sopra di una certa soglia. Tale soglia è definita zero di vegetazione, ovvero il valore termico al di sotto del quale l'attività vegetale si arresta. Per la vite si ammette una temperatura soglia di 10°C, per cui la formula risulta:

$$S.T. = \text{se } S.T. = 0;$$

Tabella 4.4

Valori medi mensili e annuali delle variabili climatiche analizzate

		gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
OROPA	quota	1180 slm												
1951/1980	Tmax	1,7	2,6	5,0	8,7	12,7	16,3	19,0	18,0	14,7	10,3	5,6	3,1	9,8
	Tmin	-3,0	-2,4	-0,3	2,9	6,8	10,1	12,6	12,1	9,3	5,2	1,2	-1,4	4,4
	Tmed	-0,6	0,1	2,4	5,8	9,8	13,2	15,8	15,0	12,0	7,8	3,4	0,9	7,1
	TsenDis	10	6	3	0	0	0	0	0	0	0	2	6	26
	Tgelo	26	22	16	5	0	0	0	0	0	1	10	21	101
	Tmax>30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1961/1990	Tmax	2,0	2,7	5,3	8,6	12,5	16,4	19,3	18,3	14,9	10,9	5,6	3,1	10,0
	Tmin	-2,6	-2,2	0,0	2,8	6,9	10,1	12,8	12,4	9,4	5,6	1,2	-1,5	4,6
	Tmed	-0,3	0,2	2,7	5,7	9,7	13,2	16,1	15,3	12,1	8,2	3,4	0,8	7,3
	TsenDis	9	7	2	0	0	0	0	0	0	0	2	6	26
	Tgelo	25	22	16	5	0	0	0	0	0	1	11	21	100
	Tmax>30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1971/2000	Tmax	2,7	3,5	6,2	8,9	13,1	16,7	19,9	19,1	15,0	10,8	5,8	3,8	10,5
	Tmin	-2,0	-1,8	0,6	2,9	7,2	10,2	12,9	12,8	9,5	5,7	1,3	-0,9	4,9
	Tmed	0,4	0,8	3,4	5,9	10,2	13,5	16,4	15,9	12,3	8,2	3,5	1,4	7,7
	TsenDis	6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	4	18
	Tgelo	24	20	13	4	0	0	0	0	0	1	10	19	90
	Tmax>30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ASTI	quota	158 slm												
1951/1980	Tmax	4,6	8,1	13,4	18,6	22,8	26,7	29,9	28,4	24,1	17,4	10,7	5,6	17,5
	Tmin	-1,9	-0,1	3,8	7,5	11,8	15,7	18,0	17,5	14,0	8,4	3,9	-0,3	8,2
	Tmed	1,4	4,0	8,6	13,0	17,3	21,2	23,9	23,0	19,1	12,9	7,3	2,7	12,9
	TsenDis	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
	Tgelo	21	14	5	0	0	0	0	0	0	0	5	19	64
	Tmax>30	0	0	0	0	1	7	17	12	1	0	0	0	38
1961/1990	Tmax	5,0	8,4	14,2	19,1	22,8	26,7	30,0	28,7	24,5	17,7	10,8	5,9	17,8
	Tmin	-1,3	0,6	4,0	7,9	12,2	16,0	18,6	18,2	14,7	9,2	4,1	-0,1	8,7
	Tmed	1,8	4,5	9,1	13,5	17,5	21,3	24,3	23,4	19,6	13,4	7,4	2,9	13,2
	TsenDis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
	Tgelo	20	12	4	0	0	0	0	0	0	0	5	18	59
	Tmax>30	0	0	0	0	1	7	18	13	2	0	0	0	41
1971/2000	Tmax	5,4	9,3	15,3	19,2	23,0	26,5	30,1	29,5	24,1	17,1	10,5	5,9	18,0
	Tmin	-1,2	0,3	3,9	7,7	12,5	15,8	18,7	18,6	14,7	9,2	3,5	-0,1	8,6
	Tmed	2,1	4,8	9,6	13,5	17,7	21,2	24,4	24,0	19,4	13,1	7,0	2,9	13,3
	TsenDis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	Tgelo	20	13	5	0	0	0	0	0	0	0	7	17	63
	Tmax>30	0	0	0	0	1	6	18	16	1	0	0	0	42

Figura 4.11
Curva ombrotermica della stazione di Vercelli calcolata sui tre periodi, 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000.

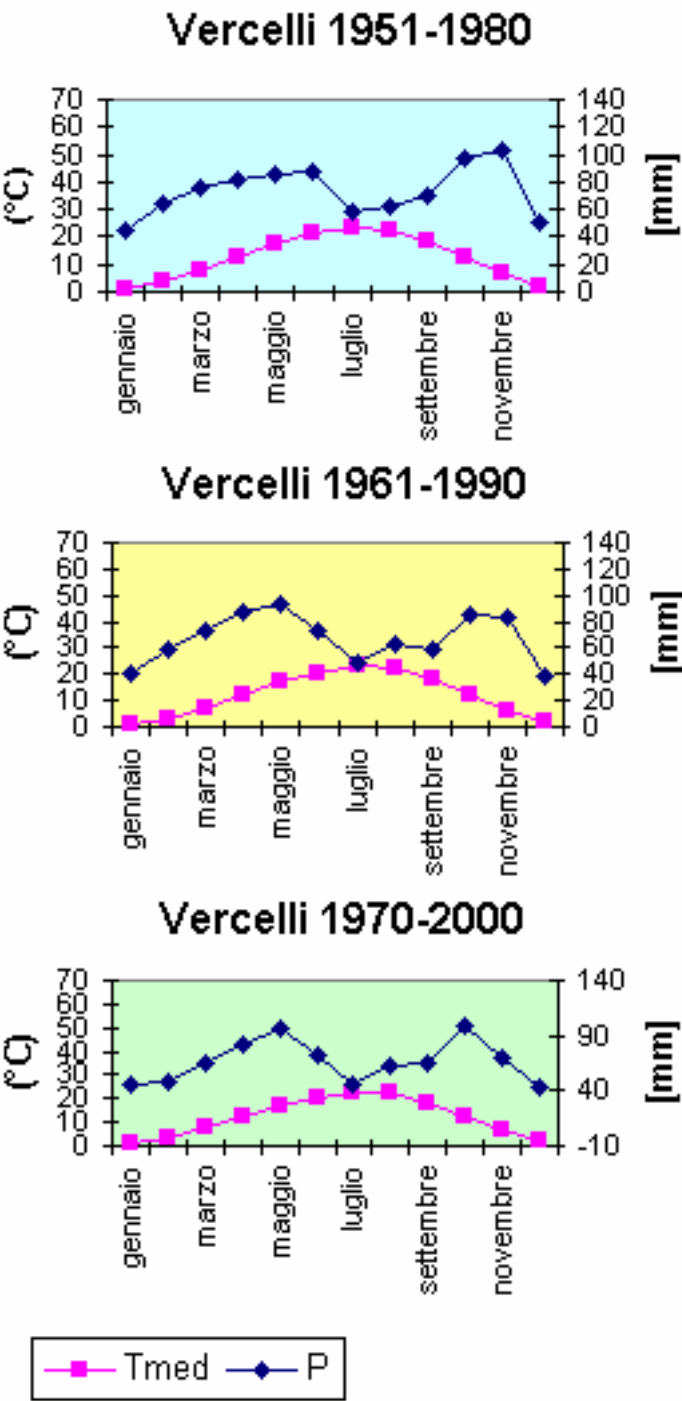


Figura 4.12a
Curve ombrotermiche della stazione di Torino, calcolate sui tre periodi, 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000.

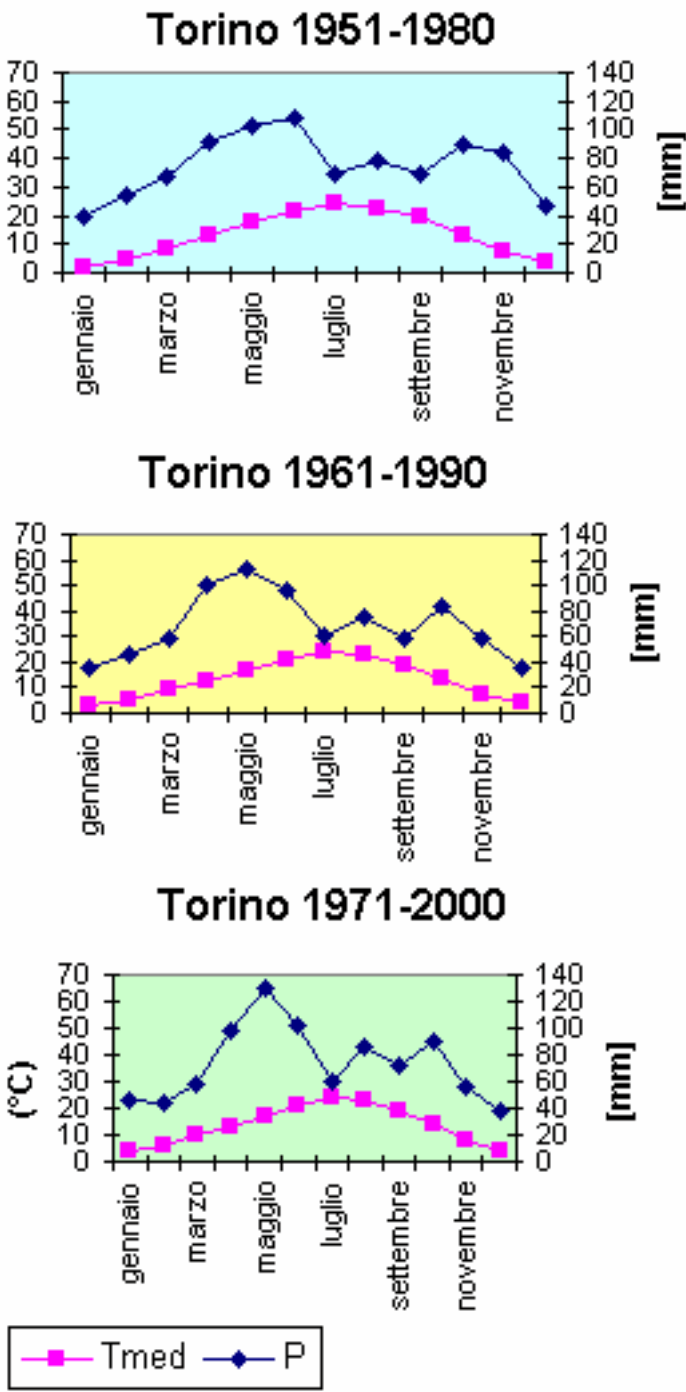


Figura 4.12b

Curve ombrotermiche della stazioni di Varallo e Luserna S. G. calcolate sui tre periodi, 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000.

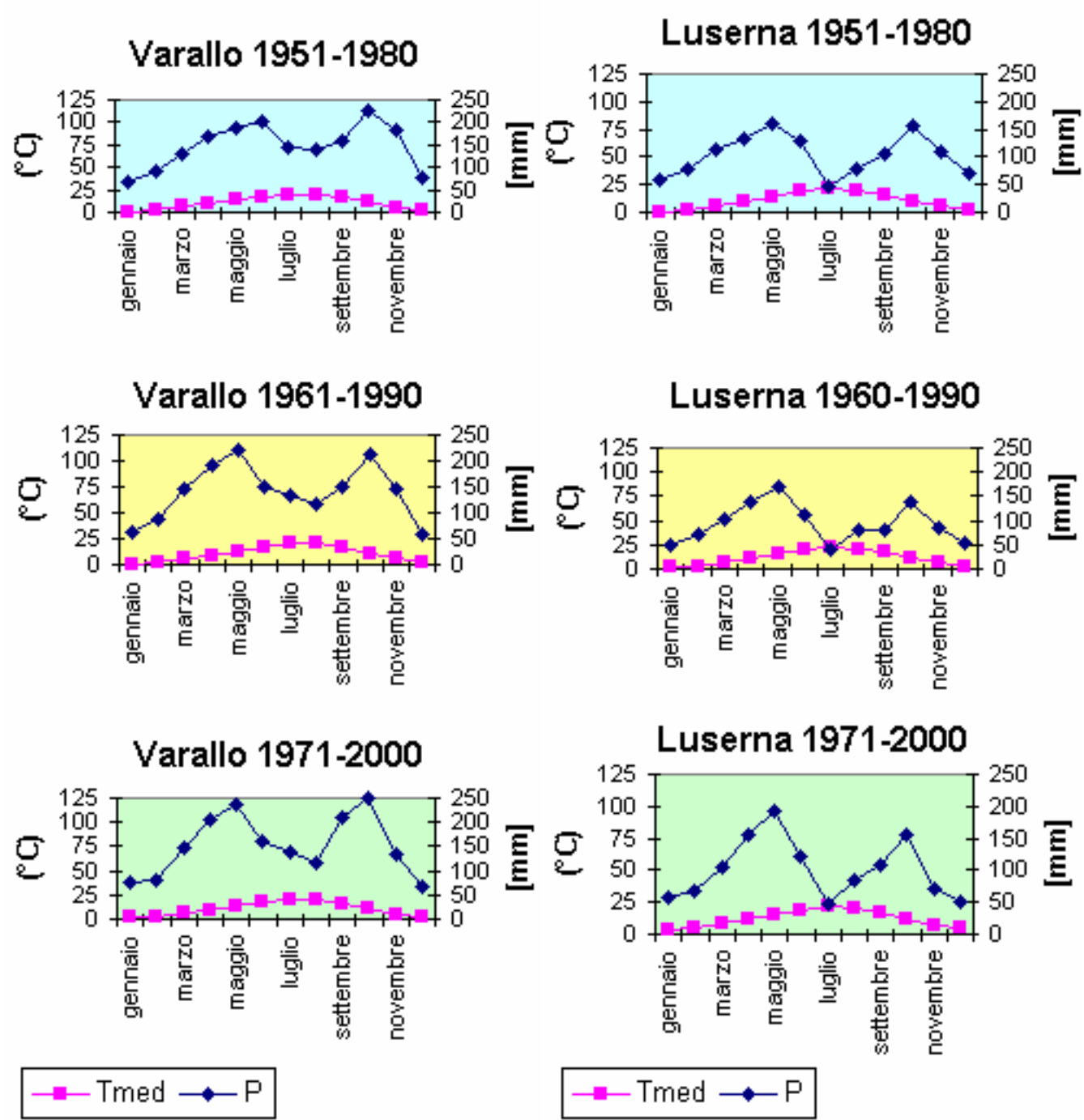


Tabella 4.5

Valori medi mensili e annuali delle variabili climatiche analizzate: Tmax = temperatura media massima, Tmin = temperatura media minima, Tmed = temperatura media, TsenDis = numero medio di giorni senza disgelo, Tgelo = numero di giorni di gelo e Tmax>30 numero di giorni tropicali. I valori si sono calcolati sui tre periodi standard, dettati dal WMO (IPPC, 2001), della durata di 30 anni: 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000, nelle sei località studiate.

	gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	anno
	1951-1980												
Tmax	3,8	6,4	10,6	15,1	19,5	23,5	26,5	25,2	21,2	15,2	9,0	5,0	15,1
Tmin	-2,3	-0,9	2,4	6,2	10,5	14,1	16,3	15,7	12,2	7,3	2,7	-0,9	6,9
Tmed	0,7	2,7	6,5	10,6	15,0	18,8	21,4	20,4	16,7	11,3	5,9	2,0	11,0
TsenDis	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
Tgelo	24	17	9	2	0	0	0	0	0	1	8	20	80
Tmax>30	0	0	0	0	0	3	8	5	1	0	0	0	17
	1961-1990												
Tmax	4,3	6,7	11,0	15,0	19,1	23,4	26,5	25,3	21,4	15,6	9,3	5,4	15,2
Tmin	-1,8	-0,3	2,7	6,5	10,7	14,2	16,6	16,0	12,5	7,9	2,9	-0,8	7,3
Tmed	1,3	3,2	6,9	10,8	14,9	18,8	21,6	20,6	17,0	11,8	6,1	2,3	11,3
TsenDis	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10
Tgelo	22	16	8	1	0	0	0	0	0	1	8	20	76
Tmax>30	0	0	0	0	0	3	8	6	1	0	0	0	18
	1971-2000												
Tmax	5,1	7,6	12,0	15,2	19,3	23,4	26,5	25,9	21,4	15,7	9,5	5,8	15,6
Tmin	-1,1	0,1	3,3	6,7	11,1	14,3	16,8	16,5	12,7	8,2	3,0	-0,1	7,6
Tmed	2,0	3,9	7,7	11,0	15,2	18,8	21,6	21,2	17,0	11,9	6,2	2,8	11,6
TsenDis	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
Tgelo	20	15	6	1	0	0	0	0	0	1	7	17	67
Tmax>30	0	0	0	0	0	2	9	7	0	0	0	0	19

si calcola nel periodo che va dal 1° aprile al 30 settembre.

Il limite termico della vite in questo periodo è pari a 1000°C (Fribourg e Scarpati, 1989). Al di sotto di questa soglia la zona risulta poco adatta alla coltura della vite.

Nella Tabella 4.8 si riportano i valori di sommatoria termica in base 10°C e Oropa é l'unica località nella quale non viene superato il valore di soglia con 593°C.

La località in cui si raggiunge il valore massimo, pari a 1787°C, è Asti seguita da Torino con 1768°C.

Nell'astigiano infatti sono ben quattordici i vini riconosciuti come D. O. C. (Denominazione di Origine Controllata) e D. O. C. G

(Denominazione di Origine Controllata e Garantita) tra cui "Asti Spumante", lo spumante più importante d'Italia, esportato in tutto il mondo.

4.3 CORRELAZIONE TRA TEMPERATURA E PRECIPITAZIONE

In sei località, Vercelli, Asti, Torino, Varallo, Luserna S. G. e Oropa, si hanno a disposizione le serie complete sia per le temperature giornaliere che per le precipitazioni, per un periodo di almeno 52 anni, dal 1951-2002/2003.

Valori medi mensili delle temperature massime, minime e medie, del numero di giorni senza disgelo, del numero di giorni di gelo e del numero di giorni tropicali calcolati su tutto il periodo disponibile nelle sei località.

		gennaio	febbraio	marzo	aprile	maggio	giugno	luglio	agosto	settembre	ottobre	novembre	dicembre	Media annua
VERCELLI	Tmax	4,8	8,2	13,6	17,3	21,9	25,8	28,5	27,8	24,1	17,9	10,5	5,7	17,2
periodo	Tmin	-2,8	-1,3	2,2	7,5	13,1	16,3	17,9	16,6	12,1	7,4	2,7	-1,2	7,5
1951-2003	Tmed	1,0	3,4	7,9	12,4	17,5	21,1	23,2	22,2	18,1	12,6	6,6	2,2	12,4
quota	TsenDis	3,8	0,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,5	7
135	Tgelo	24,2	19,6	10,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,9	21,0	87
	Tmax>30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	3,8	10,9	8,6	1,1	0,0	0,0	0,0	25
ASTI	Tmax	4,9	8,5	14,5	18,8	23,0	26,9	29,9	29,0	24,1	17,3	10,5	5,7	17,8
periodo	Tmin	-1,9	-0,3	3,5	7,4	12,0	15,7	18,2	18,0	14,1	8,9	3,8	-0,3	8,3
1951-2003	Tmed	1,5	4,1	9,0	13,1	17,5	21,3	24,1	23,5	19,1	13,1	7,2	2,7	13,0
quota	TsenDis	1,3	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	3
158	Tgelo	21,8	15,1	5,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	5,8	18,4	67
	Tmax>30	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	7,1	17,3	13,6	1,3	0,0	0,0	0,0	40
TORINO	Tmax	5,9	8,3	13,6	17,5	21,9	26,0	28,8	27,8	23,5	17,3	10,4	6,6	17,3
periodo	Tmin	-0,3	1,3	5,2	8,6	12,8	16,5	19,1	18,5	14,8	9,8	4,5	0,8	9,3
1951-2004	Tmed	2,8	4,8	9,4	13,0	17,3	21,2	24,0	23,1	19,1	13,5	7,4	3,7	13,3
quota	TsenDis	2,3	1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2	5
270	Tgelo	17,0	9,8	2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,0	13,0	45
	Tmax>30	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	5,1	12,4	9,3	1,4	0,0	0,0	0,0	29
VARALLO	Tmax	4,4	7,2	11,3	14,3	18,5	23,1	26,5	25,6	20,9	15,3	9,2	4,7	15,1
periodo	Tmin	-1,9	-0,8	2,5	5,7	9,6	13,2	15,3	15,0	11,6	7,5	2,4	-1,1	6,6
1951-2003	Tmed	1,3	3,2	6,9	10,0	14,1	18,2	20,9	20,3	16,2	11,4	5,8	1,8	10,8
quota	TsenDis	3,2	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,8	6
453	Tgelo	25,0	19,1	8,6	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	8,7	22,1	83
	Tmax>30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,0	5,6	3,9	0,2	0,0	0,0	0,0	12
LUSERNA	Tmax	4,6	6,5	10,8	14,8	19,6	23,6	26,5	24,9	20,6	14,6	9,3	5,9	15,1
periodo	Tmin	-1,4	0,0	3,4	6,7	10,6	14,2	16,8	16,2	12,8	8,3	3,4	0,0	7,5
1951-2003	Tmed	1,6	3,3	7,1	10,7	15,1	18,9	21,6	20,5	16,7	11,5	6,3	2,9	11,4
quota	TsenDis	4,8	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	9
478	Tgelo	20,7	14,6	6,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,3	18,0	67
	Tmax>30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	4,6	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8
OROPA	Tmax	2,3	3,1	5,8	9,0	13,2	16,8	19,6	18,7	14,9	10,8	5,8	3,3	10,3
periodo	Tmin	-2,6	-2,2	0,3	3,0	7,1	10,3	12,8	12,5	9,4	5,6	1,3	-1,4	4,7
1951-2002	Tmed	-0,1	0,5	3,1	6,0	10,2	13,5	16,2	15,6	12,2	8,2	3,6	1,0	7,5
quota	TsenDis	7,6	6,1	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,2	22
1180	Tgelo	25,0	20,4	14,3	4,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	9,7	20,3	95
	Tmax>30	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Tabella 4.7

Temperature massime e minime estreme giornaliere misurate nelle località studiate nel periodo disponibile e relativo giorno nel quale si sono manifestate.

LOCALITÀ	Tmax (°C)	GIORNO	Tmin (°C)	GIORNO
ASTI	39,2	11/08/2003	-19,7	15/02/1956
OROPA	29,1	18/08/1996	-15,8	15/02/1956 07/01/1985
LUSERNA	38,0	01/07/1987	-18,0	15/02/1956
TORINO	42,6	05/07/1957	-19,0	13/02/1956
VERCELLI	37,0	06/07/1952	-23,4	15/02/1956
VARALLO	36,0	06/07/1957 9-10-12-13/08/2003	-14,0	3-4-5/01/1971

Tabella 4.8

Sommatoria termica media a base 10°C da aprile a settembre.

Località	Quota s.l.m. [m]	Sommatoria termica base 10°C
Asti	158	1787
Luserna	478	1327
Oropa	1180	593
Torino	270	1768
Varallo	453	1202
Vercelli	135	1671

In queste stazioni è stato possibile effettuare un confronto diretto tra i valori medi mensili delle due variabili meteorologiche. La correlazione tra i valori di temperatura e precipitazione porta all'individuazione dei mesi aridi. La tecnica utilizzata per evidenziare le caratteristiche climatiche è la curva ombrotermica di Bagnouls e Gaussen.

Sulla curva ombrotermica si riportano, sullo stesso grafico, i valori medi mensili delle temperature e delle precipitazioni rispettando il rapporto di 2 mm per 1°C e, quando la curva termica è al di sopra della curva pluviometrica, il periodo viene considerato arido. Gaussen definisce mese arido quello ricevente un'altezza d'acqua, espressa in mm, inferiore alla

temperatura espressa in gradi centigradi (Bagnouls e Gaussen, 1953).

Le curve ombrotermiche utilizzate nelle stazioni di Vercelli, Torino, Varallo e Oropa (Figura 4.8) non hanno individuato alcun mese arido. In queste stazioni l'andamento delle precipitazioni mostra due massimi in primavera e in autunno e una decrescita nei mesi estivi ma senza mai creare in media le condizioni di aridità.

Nella Figura 4.9 vengono rappresentate le curve ombrotermiche delle stazioni di Luserna S. G. e Asti. In quest'ultima località si individuano due mesi aridi, luglio e agosto, mentre a Luserna S. G. il mese di luglio si avvicina molto alle condizioni di aridità.

Le curve ombrotermiche sono state disegnate per tutte le stazioni anche sui tre periodi della durata di 30 anni, 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000, per evidenziare eventuali differenze tra gli intervalli temporali considerati.

Nella maggior parte dei siti esaminati i grafici (Figura 4.12) sui tre periodi hanno mostrato andamenti simili a quelli ottenuti su tutto il periodo tranne in due località, Asti e Vercelli.

Ad Asti, infatti (Figura 4.10), si individua un aumento dell'aridità con il procedere degli anni di osservazione. Nel primo trentennio non viene individuato nessun mese arido, nel secondo periodo si individua il mese di luglio, mentre nel terzo periodo luglio e agosto risultano aridi.

A Vercelli (Figura 4.11) nel primo trentennio nessun mese viene classificato arido, mentre già a partire dal secondo periodo c'è una sovrapposizione in luglio dei grafici delle curve termopluviometriche. Quest'ultimo andamento, non è evidenziabile osservando la curva ombrotermica riferita a tutto il periodo considerato, dal 1951-2003.

BIBLIOGRAFIA

ACQUAOTTA F, FRATIANNI S, CASSARDO C, CREMONINI R. (2009). *On the continuity and climatic variability of the meteorological stations in Torino, Asti, Vercelli and Oropa*. Meteorology and Atmospheric Physics 103: 279-287.

ALEXANDERSSON H. (1986) - *A homogeneity test applied to precipitation data*. Int. J. Climatol vol 6: pp. 661-675.

ALEXANDERSSON H., MOBERG A. (1997) - *Homogenization of Swedish temperature data. Part 1: Homogeneity test for linear trends*. Int. J. Climatol. vol. 17, pp. 25-34.

ALEXANDERSSON H., MOBERG A. (1997) - *Homogenization of Swedish temperature data. Part 2: homogenized gridded air temperature compared with a subset of global air temperature since 1861*. Int. J. Climatol. Vol 17: pp. 35-54.

AMBROSETTI P. (1990) - *La ricerca sulle serie climatologiche secolari in Svizzera: risultati e prospettive*. In "Le variazioni recenti del clima (1800-1900) e le prospettive per il XXI secolo". Atti del Convegno della Società Geografica Italiana Roma, 5-6 Aprile 1990, pp. 227-239.

ARPA - *Composizione del sistema e caratteristiche tecniche delle apparecchiature*, Allegato B, servizio A Manutenzione delle stazioni meteorologiche ed idrometriche e del relativo sistema di teletrasmissione, 33 p.

BRANCUCCI G. (1994) – *Il clima della Liguria* Osservatorio Permanente Corpi Idrici della Liguria, p. 159.

BAGNOULS F., GAUSSEN H. (1953) – *Saison sèche et indice xérothermique*. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 88, pp. 193-239.

BIANCOTTI A., BELLARDONE G., BOVO S., CAGNAZZI B., GIACOMELLI L., MARCHISIO C. (1998) - *Distribuzione regionale di piogge e temperature*. Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione □ Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, Dipartimento di Scienze della Terra, 80 p.

BIANCOTTI A. (2003) – *Physical geography's contribution to studying terroir*. Spaces, environments and landscapes of terroirs. IAG, W. G. on terroirs viticoles pp. XI-XVI.

BIANCOTTI A. (1996) - *Corso di geografia fisica - Geomorfologia strutturale. Le misure in geografia fisica*. Ed. Litocoop Srl Tortona, 2, 126 p.

BIANCOTTI A., MERCALLI L. (1990) - *Variazioni climatiche nell'Italia nord-occidentale*. Memorie della Società Geografica Italiana vol. XLVI, Le variazioni recenti del clima (1800-1900) e le prospettive per il XXI secolo, pp. 385-408.

BIANCOTTI A., FRATIANNI S. (2003) – *Local climatic variations in La Morra vineyards (Langhe Hills, Piedmont – Italy)*. Spaces, environments and landscapes of terroirs. IAG, W. G. on terroirs viticoles, pp. 103-108.

BRUNETTI M., COLACINO M., MAUGERI M. E NANNI T. (2001) - *Trends in the daily intensity of precipitation in Italy from 1951 to 1996*. Int. J. Climatol. vol 21, pp. 299-316.

BRUNETTI M., MANGIANTI F., MAUGERI M. E NANNI T. (2000) - *Urban heat island bias in italian air temperature series* Il Nuovo Cimento, vol 23, pp. 423-431.

Brunetti M., Maugeri M., Monti F. e Nanni T. (2006) – *Temperature and precipitation variability in Italy in the last two centuries from homogenised instrumental time series*. Int. J. Climatol. vol 26: pp. 345-381.

BUFFONI L., BRUNETTI M., MANGIANTI F., MAUGERI M., MONTI F. E NANNI T. (2003) - *Ricostruzione del clima italiano negli ultimi 130 anni e scenari per il XXI secolo*. Atti workshop "CLIMAGRI – Cambiamenti Climatici e Agricoltura" Cagliari 16-17 gennaio.

BUISHAND T. A. (1982) - *Some methods for testing the homogeneity of rainfall records*. Journal of Hydrology vol. 58, pp. 11-27.

CAMUFFO D., BERNARDI A., ONAGRO A. (1991) - *Variazioni secolari delle piogge nell'Italia Settentrionale*. Nel volume "Le variazioni recenti del clima (1800-1900) e le prospettive per il XXI secolo". Atti del Convegno della Società Geografica Italiana Roma, 5-6 Aprile 1990, pp. 363-383.

COLACINO M. (1991) - *La temperatura dell'aria a Roma negli ultimi duecento anni: analisi della serie storica del Collegio Romano*. In "Le variazioni recenti del clima (1800-1900) e le prospettive per il XXI secolo". Atti del Convegno della Società Geografica Italiana Roma, 5-6 Aprile 1990 pp. 499-510.

CORTEMIGLIA G. C. (2006) - *Approccio di analisi climatica alle serie termopluviometriche storiche italiane*. In "La variazione del clima locale relazionata ai fenomeni di cambiamento climatico globale" Patron Editore Bologna pp. 99-127.

CORTEMIGLIA G. C. (1999) - *Serie climatiche ultracentenarie*. Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, Dipartimento di Scienze della Terra, 92 p.

CORTEMIGLIA G. C., PICASSO R. - *L'archivio storico delle rilevazioni meteorologiche registrate nell'osservatorio meteorico-sismico di Chiavari (Liguria Orientale)*. Quaderno n 4 Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (DIP.TE.RIS.), Facoltà di Scienze M. F. N., Università degli Studi di Genova, 74 p.

CORTEMIGLIA G. C., ROSSETTI R. (1991) - *Studio delle variazioni climatiche in ambiente urbano ed extraurbano: Milano, Pavia e Voghera*. Nel volume "Le variazioni recenti del clima (1800-1900) e le prospettive per il XXI secolo". Atti del Convegno della Società Geografica Italiana Roma, 5-6 Aprile 1990 pp. 425-447.

EISCHEID J., PASTERIS P. DIAZ H.F., PLANTICO M. S., LOTT N. J. (2000) – *Creating a serially complete, national daily time series of temperature and precipitation for the western United States*. Journal of Applied Meteorology vol 39: pp. 1580-1591.

EISCHEID J., BRUCE BAKER C., KARL T. R., LOTT N. J. (1995) – *The quality control of long-term climatological data using objective data analysis*. Journal of Applied Meteorology vol 34, pp. 2787-2795.

FRATIANNI S., MOTTA L. (2002) - *Andamento climatico in alta Val Susa negli anni 1990 – 1999*. Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione - Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, Dipartimento di Scienze della Terra, 91 p.

FRATIANNI S., MOTTA L. (2003) – *Climatic characteristics of the grape-growing area in High Susa Valley*. Spaces, environments and landscapes of terroirs, BEM, 109-114.

FLIRI F. (1991) - *Cambiamenti del clima delle Alpi Orientali negli ultimi 200 anni con particolare considerazione degli ultimi decenni*. Nel volume "Le variazioni recenti del clima (1800-1900) e le prospettive per il XXI secolo". Atti del Convegno della Società Geografica Italiana Roma, 5-6 Aprile 1990 pp. 273-282.

GALEOTTI P. (1981) - *Elementi di probabilità e statistica*. Libreria editrice universitaria Leprotto e Bella, p. 539.

IPCC, (2001) - *Third Assessment Report, Working Group I*. Summary for policymakers (draft), www.ipcc.ch.

KLEIN TANK M., WIJNGAARD J., KONNEN G. et al. (2002) - *Daily dataset of 20TH-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment*. Int. J. Climatol. vol 22, pp. 1441-1453.

MAUGERI M., BRUNETTI M., BUFFONI L., LENTINI G., MANGIANTI F., MONTI F., NANNI T., PASTORELLI R. (2006) – *Esame critico e omogeneizzazione delle serie storiche secolari italiane di dati meteorologici e analisi delle tendenze nei dati barometrici*. Nel volume “La variazione del clima locale relazionata ai fenomeni di cambiamento climatico globale” Pàtron Editore, Bologna pp. 11-80.

MENNELLA C. (1967) - *Il clima d'Italia*. Vol. I, ed. E.D.A.R.T., Napoli. 1, pp. 157-178.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDROGRAFICO (1959) - *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950*. Istituto Poligrafico dello Stato, Roma. Pubbl. n. 24 del Servizio - Fascicolo XII c), pp. 140-144.

MORI A. (1969) - *Carta del regime delle precipitazioni*. CNR, Roma.

PAULHUS J., KOHLER M. (1952) – *Interpolation of missing precipitation records*. Monthly Weather Review vol. 80, pp. 129-133.

PEGUY CH. P. (1970) - *Précis de Climatologie*. Masson, Paris, 468 p.

PETERSON T., EASTERLING D., KARL T., GROISMAN P. (1998) - *Homogeneity adjustment of in situ atmospheric climate data: a review*. Int. J. Climatol. vol 18, pp. 1493-1517.

PETTITT N. (1979) - *A Non-parametric Approach to the Change-point Problem*. Appl. Statist. vol 28: pp. 126-135.

PINNA M., VITTORINI S. – *Contributo alla determinazione dei regimi pluviometrici in Italia*. Mem. Soc. Geogr. It. XXXIX, pp. 147-166.

PINNA M. (1978) - *L'atmosfera e il clima*. UTET, Torino, pp. 161-170.

PINNA M. (1991) - *Le variazioni climatiche come problema scientifico* nel volume “Le variazioni recenti del clima (1800-1900) e le prospettive per il XXI secolo”. Atti del Convegno della Società Geografica Italiana Roma, 5-6 Aprile 1990 pp. 9-63.

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI DIPARTIMENTO PER I SERVIZI TECNICI NAZIONALI SERVIZIO IDROGRAFICO E MAREOGRAFICO NAZIONALE (1997) - *Norme tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici*, parte I – Dati Meteorologici a fini idrologici, 124 p.

STĚPÁNEK P. (2005) - *AnClim – software for time series analysis*. Dept. of Geography, Fac. of Natural Sciences, MU, Brno. 1.47 MB.

TODARO C. (1985) - *Contributi di climatologia. Il clima. Fonti, concezioni, problematiche*. Memorie della Società Geografica Italiana, volume XXXIX. Roma, pp. 7-22.

TUOMENVIRTA H. (2001) - *Homogeneity adjustments of temperature and precipitation series – Finish and Nordic data*. Int. J. Climatol vol 21, pp. 495-506.

UCEA (1995) – *Le precipitazioni a Roma*. Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, 47 p.

VINCENT L. A. (1998) - *A Technique for the Identification of Inhomogeneities in Canadian Temperature Series*. J. of Climate vol. 11, pp. 1094-1103.

WIJNGAARD J., KLEIN TANK A., KOENNEN G. (2003) - *Homogeneity of 20TH century European daily temperature and precipitation series*. Int. J. Climatol. vol 23, pp. 679-692.

ALLEGATI

Vengono riportate le descrizioni delle stazioni meteorologiche installate nelle 26 località, elencate in tabella 2.1.

2.1.1. Ala di Stura (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata al di fuori del centro abitato, in un'area aperta adiacente l'edificio della centrale elettrica ENEL. In data 21/10/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano discrete (SIMI, 1990). In particolare, le condizioni del pluviografo apparivano buone, mentre quelle del termometro a mercurio, applicato al muro dell'edificio con esposizione Nord, risultavano sufficienti (Tab. 2.2, Fig. 2.3, Fig. 2.5). La stazione automatica dell'ARPA Piemonte è localizzata fuori dal centro abitato (Tab. 2.2, Fig. 2.4, Fig. 2.5).

Tabella 2.2 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate ad Ala di Stura.

STAZIONI METEOROLOGICHE DI ALA DI STURA (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Ala di Stura	Ala di Stura (cod. 205)
<i>Comune</i>	Ala di Stura (TO)	Ala di Stura (TO)
<i>Località</i>	Centro Piansoletti	Vivaio Forestale la Fabbrica
<i>Bacino</i>	Stura di Lanzo	Stura di Lanzo
<i>Quota</i>	970 m s.l.m.	1006 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 18' N	45° 18' 48" N
<i>Longitudine</i>	5° 09' W M.M.	07° 18' 41" E
<i>Coordinata UTM X</i>	367576	367642
<i>Coordinata UTM Y</i>	5019226	5019242
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1985 - pluviografo	22/07/1993 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2004	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1933 - termometro	22/07/1993 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2001	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	70 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	36 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	Fine 1993 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	Fine 1993 - 2001	

2.1.2. Alagna Valsesia (VC)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nel centro abitato, in un'area pianeggiante nei pressi dell'abitazione del rilevatore. In data 21/06/1991, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano buone; in particolare, però, le condizioni del termometro apparivano discrete (SIMI, 1990). Il termometro a mercurio è installato nell'apposita capannina meteorologica fissata su un pilastro di legno, in posizione riparata dai raggi solari (Tab. 2.3, Fig. 2.7). La stazione automatica dell'ARPA Piemonte è localizzata fuori dal centro abitato (Tab. 2.3, Fig. 2.7).

Tabella 2.3 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Alagna Valsesia.

STAZIONI METEOROLOGICHE DI ALAGNA VALSESIA (VC)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Alagna Valsesia	Alagna (cod. 341)
<i>Comune</i>	Alagna Valsesia (VC)	Alagna Valsesia (VC)
<i>Località</i>	-	Alagna Miniere
<i>Bacino</i>	Sesia	Sesia
<i>Quota</i>	1215 m s.l.m.	1196 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 16' N	45° 52' 31" N
<i>Longitudine</i>	4° 58' W	07° 56' 14" E
<i>Coordinata UTM X</i>	417460	417511
<i>Coordinata UTM Y</i>	5078372	5080844
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1983 - pluviografo	14/06/2001 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2002	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1909 - termometro	14/06/2001 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2002	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	2500 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	19 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	Metà 2001 - 2002	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	2002	



Figura 2.3 – Stazione meteorologica ex-SIMN di Ala di Stura (foto: ARPA Piemonte).

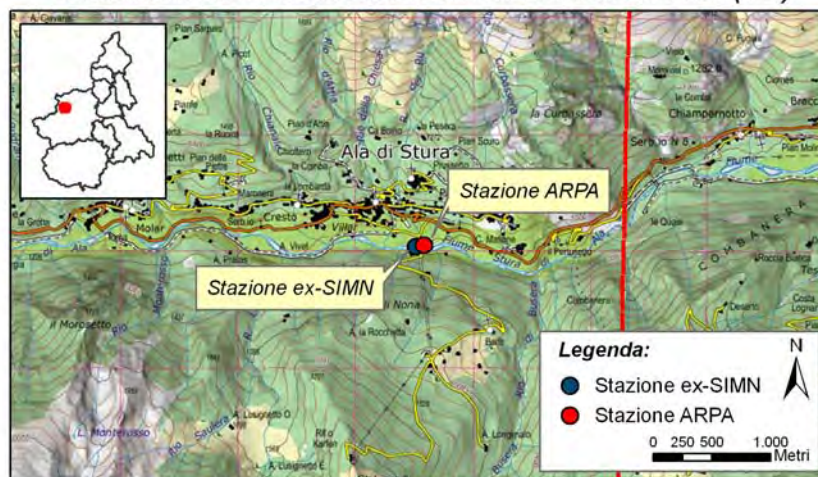


Figura 2.4 – Stazione meteorologica ARPA di Ala di Stura (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).



Figura 2.6 – Stazione meteorologica ARPA di Alagna Valsesia (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI ALA DI STURA (TO)

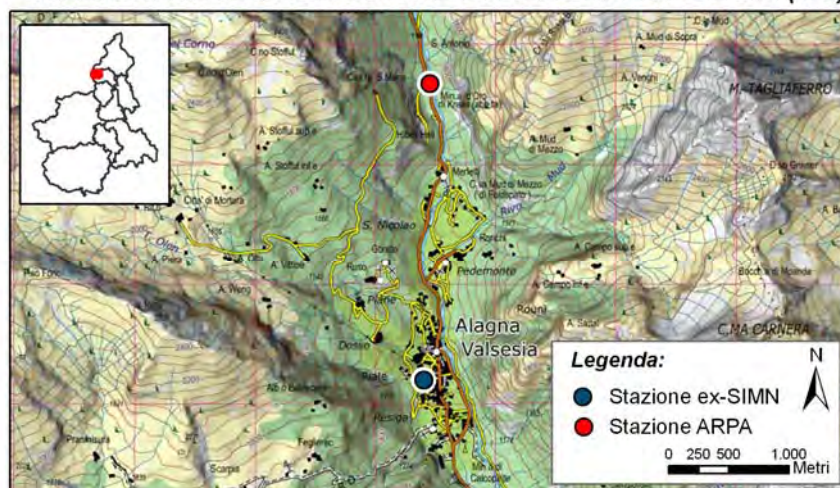


Carta di dettaglio



Figura 2.5 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Ala di Stura.

STAZIONI METEOROLOGICHE DI ALAGNA VALSESIA (VC)



Dettaglio della stazione ex-SIMN



Dettaglio della stazione ARPA



Figura 2.7 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Alagna Valsesia.

2.1.3. Asti (AT)

La stazione meteorologica di Asti dell'ex-SIMN è dislocata in due luoghi diversi: in corso Volta 58/a, è presente il sensore per la registrazione dei dati termometrici, posta in un giardino e risulta ombreggiata da alberi (Tabella 2.4, Figura 2.9); nei pressi dell'acquedotto comunale d'Asti, in via Conte Verde, è presente, invece, il sensore per la registrazione dei dati pluviometrici (Tabella 2.5, Figura 2.9).

La stazione dell'ARPA è localizzata in Borgo Tanaro, su un ponte sul Fiume Tanaro (Tabella 2.4, Tabella 2.5, Figura 2.8, Figura 2.9).

Tabella 2.4 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Asti, confrontate per la misura delle temperature.

ASTI (AT)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Asti	Asti Tanaro (cod. 138)
<i>Comune</i>	Asti (AT)	Asti (AT)
<i>Località</i>	Asti in corso Volta 58/a	Borgo Tanaro
<i>Bacino</i>	Tanaro	Tanaro
<i>Quota</i>	157,5 m	117 m
<i>Latitudine</i>	44° 51' N	44° 53' 09" N
<i>Longitudine</i>	4° 17' W M.M.	08° 12' 48" E
<i>Coordinata UTM X</i>	438418	437873
<i>Coordinata UTM Y</i>	4973351	4970662
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1914 - pluviografo	19/05/1988 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1981 - termografo	19/05/1988 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	2750 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	40 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1998 – 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1998 - 2003	

Tabella 2.5 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Asti, confrontate per la misura delle precipitazioni.

ASTI (AT)	Stazione SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Asti	Asti Tanaro (cod. 138)
<i>Comune</i>	Asti (AT)	Asti (AT)
<i>Località</i>	Asti acquedotto comunale	Borgo Tanaro
<i>Bacino</i>	Tanaro	Tanaro
<i>Quota</i>	158 m	117 m
<i>Latitudine</i>	44° 54' 34" N	44° 53' 09" N
<i>Longitudine</i>	4° 15' 19" W M.M.	08° 12' 48" E
<i>Coordinata UTM X</i>	436824	437873
<i>Coordinata UTM Y</i>	4972772	4970662
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1933 - pluviografo	19/05/1988 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	-	19/05/1988 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	2350 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	41 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1988 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	-	



Figura 2.8 – Stazione meteorologica ARPA di Asti (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

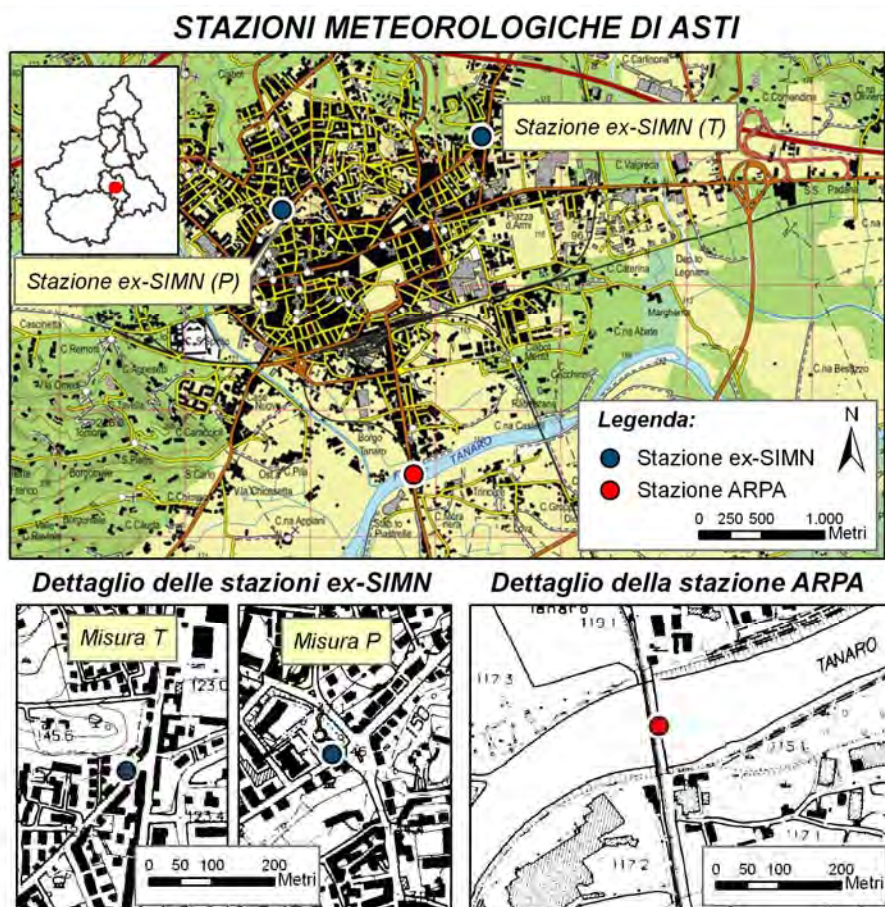


Figura 2.9 – Carta della localizzazione delle stazioni meteorologiche di Asti.

2.1.4. Bardonecchia (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è situata nel fondovalle, in un'area pianeggiante nei pressi della centrale ENEL, ad una distanza di circa 20 m dall'edificio (Tabella 2.6, Figura 2.11).

La stazione dell'ARPA è situata in località Prerichard (Tabella 2.6, Figura 2.10, Figura 2.11).

Tabella 2.6- Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Bardonecchia.

BARDONECCHIA (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Bardonecchia	Bardonecchia (cod. 152)
<i>Comune</i>	Bardonecchia (TO)	Bardonecchia (TO)
<i>Località</i>	Centrale ENEL	Prerichard
<i>Bacino</i>	Dora Riparia (Dora di Bardonecchia)	Dora Riparia
<i>Quota</i>	1250 m s.l.m.	1353 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 05' N	45° 04' 33" N
<i>Longitudine</i>	5° 45' W M.M.	06° 43' 03" E
<i>Coordinata UTM X</i>	319738	320334
<i>Coordinata UTM Y</i>	4994608	4994017
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1926 - pluviografo	06/12/1990 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1926	termometro non posizionato correttamente
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	06/12/1990 -termografo Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	800 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	97 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1991-2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	-	

2.1.5. Biella (BI)

La stazione dell'ex-SIMN è posta nel centro abitato (Tabella 2.7, Figura 2.12, Figura 2.14).

La stazione dell'ARPA Piemonte è stata installata il 13/12/2000, ma i sensori non hanno iniziato subito a funzionare: il pluviografo ha incominciato a registrare nel mese d'ottobre dell'anno successivo, mentre il termografo ha iniziato a misurare correttamente nel mese di gennaio del 2002 (Tabella 2.7, Figura 2.13, Figura 2.14).

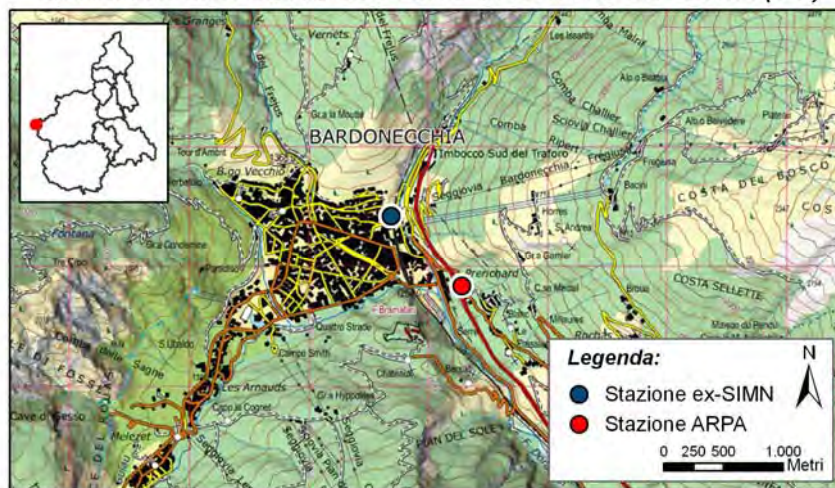
Tabella 2.7 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Biella.

BIELLA (BI)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Biella	Biella (cod. S2566)
<i>Comune</i>	Biella (TO)	Biella (BI)
<i>Località</i>	Via Cernia 40 – Lanificio F.lli Cerruti	Via Don Sturzo 20 - ASL 12
<i>Bacino</i>	Sesia (Cervo)	Sesia
<i>Quota</i>	412 m s.l.m.	405 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	-	45° 33' 35" N
<i>Longitudine</i>	-	08° 03' 27" E
<i>Coordinata UTM X</i>	426739	426445
<i>Coordinata UTM Y</i>	5045683	5045652
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1941 - pluviografo	13/12/2000 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1867 - termometro	13/12/2000 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	300 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	7 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	2001 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	2002 - 2003	



Figura 2.10 – Stazione meteorologica ARPA di Bardonecchia (foto: S. Fratianni).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI BARDONECCHIA (TO)



Dettaglio della stazione ex-SIMN



Dettaglio della stazione ARPA

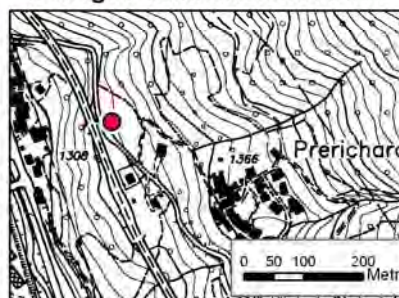


Figura 2.11 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Bardonecchia.

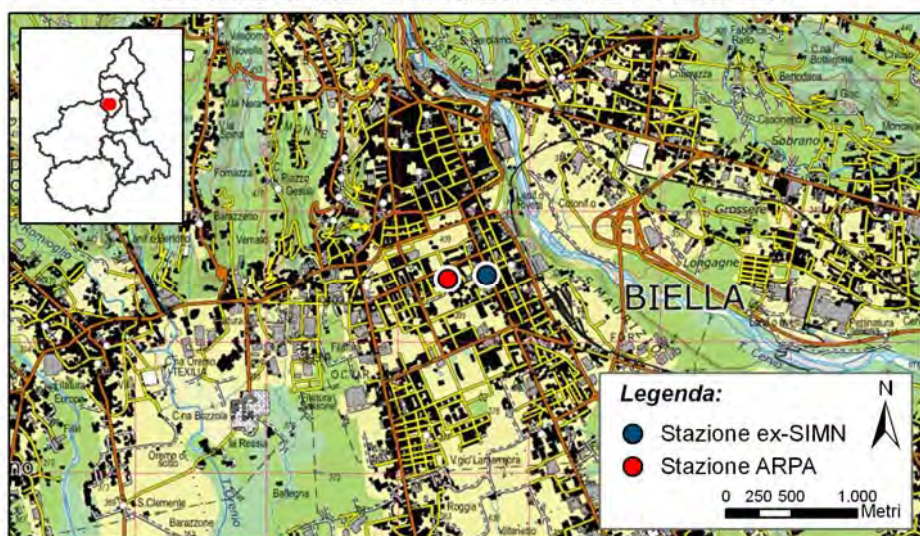


Figura 2.12 - Stazione meteorologica ex-SIMN di Biella (foto: ARPA Piemonte).



Figura 2.13 - Stazione meteorologica ARPA di Biella (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI BIELLA



Carta di dettaglio

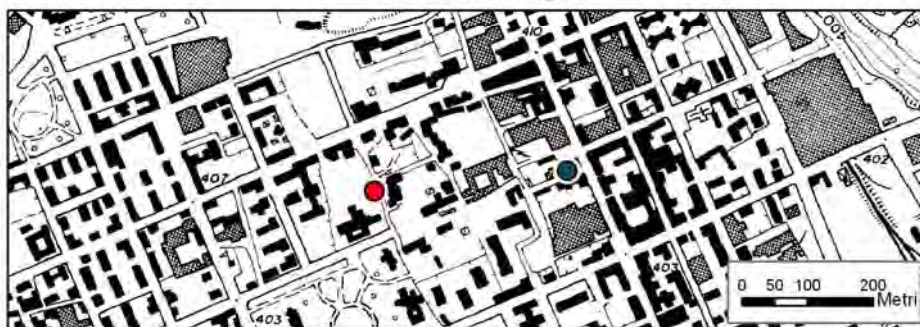


Figura 2.14 - Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Biella.

2.1.6. Boves (CN)

La stazione dell'ex-SIMN, è localizzata nell'abitato di Boves. Non è presente tra le stazioni inventariate nel 1990 (SIMI, 1990), dunque non si hanno dettagli riguardo le caratteristiche del sito e la strumentazione utilizzata. E' stato possibile stabilire le coordinate della stazione meteorologica sapendo che la stazione è ubicata nel cortile dell'abitazione del rilevatore delle misure (Tabella 2.8, Figura 2.16). La stazione automatica dell'ARPA Piemonte è localizzata fuori dal centro abitato (Tabella 2.8, Figura 2.15, Figura 2.16).

Tabella 2.8 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Boves.

BOVES (CN)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Boves	Boves (cod. 107)
<i>Comune</i>	Boves (CN)	Boves (CN)
<i>Località</i>	-	Cascina Borelli
<i>Bacino</i>	Tanaro (Pesio)	Tanaro
<i>Quota</i>	590 m s.l.m.	575 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	-	44° 20' 10" N
<i>Longitudine</i>	-	07° 33' 47" E
<i>Coordinata UTM X</i>	384393	385442
<i>Coordinata UTM Y</i>	4909628	4910296
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1963 - pluviometro	14/01/1988 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	14/01/1988 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		1240 m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		15 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		1988 - 2003
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		-

2.1.7. Bra (CN)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nel centro abitato di Bra, all'interno del giardino del Museo Civico Craveri. Gli strumenti sono posizionati sul prato del cortile, con leggera esposizione a Sud, a circa 15 metri dall'edificio, nei pressi di alberi ad alto fusto. In data 07/08/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano discrete (SIMI, 1990); tuttavia, le condizioni di manutenzione del termometro, posizionato nell'apposita capannina meteorologica, apparivano insufficienti: è stato annotato che il termometro forniva valori non corretti tra la scala dei minimi e dei massimi (Tabella 2.9, Figura 2.17, Figura 2.20).

La stazione automatica dell'Arpa Piemonte è stata installata presso lo stesso edificio in cui si trova la stazione meteorologica dell'ex-SIMN. Il pluviografo e un termometro (T1) sono stati installati sul terrazzo del Museo (Figura 2.18). Un secondo termometro (T2), invece, è stato collocato nel prato, nelle vicinanze degli strumenti dell'ex-SIMN (Figura 2.19). Il confronto è stato svolto prendendo in considerazione le misure di entrambi i sensori ARPA, T1 e T2 (Tabella 2.9, Figura 2.20).

Tabella 2.9 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Bra.

BRA (CN)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Bra	Bra (cod: 317)
<i>Comune</i>	Bra (CN)	Bra (CN)
<i>Località</i>	Museo Craveri	Museo Craveri
<i>Bacino</i>	Tanaro	Tanaro
<i>Quota</i>	290 m s.l.m.	285 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	44° 42' N	44° 42' 08" N
<i>Longitudine</i>	4° 36' W M.M.	07° 51' 09" E
<i>Coordinata UTM X</i>	409097	409096
<i>Coordinata UTM Y</i>	4950593	4950597
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1933 - pluviografo	05/05/1993 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1862 - termometro	05/05/1993 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		15-20 m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		5 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		1993 - 2003
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		1993 - 2003



Figura 2.15 – Stazione meteorologica ARPA di Boves (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

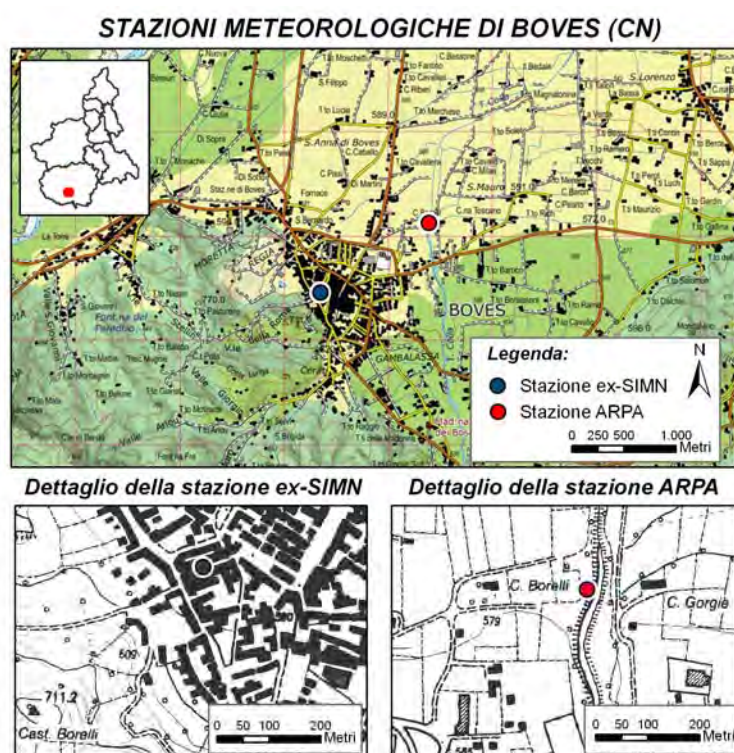


Figura 2.16 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Boves.



Figura 2.17 – A sinistra: stazione meteorologica ex-SIMN di Bra: capannina meteorologica per le misure termometriche e pluviometro (foto: A. Albanese).

Figura 2.18 – In centro: stazione meteorologica automatica dell'ARPA Piemonte, installata nel 1993, sul terrazzo dell'edificio del Museo Craveri (foto: A. Albanese).

Figura 2.19 – A destra: in primo piano, termometro dell'ARPA Piemonte installato nel 1993 (T2), a fianco della stazione meteorologica dell'ex-SIMN (foto: A. Albanese).

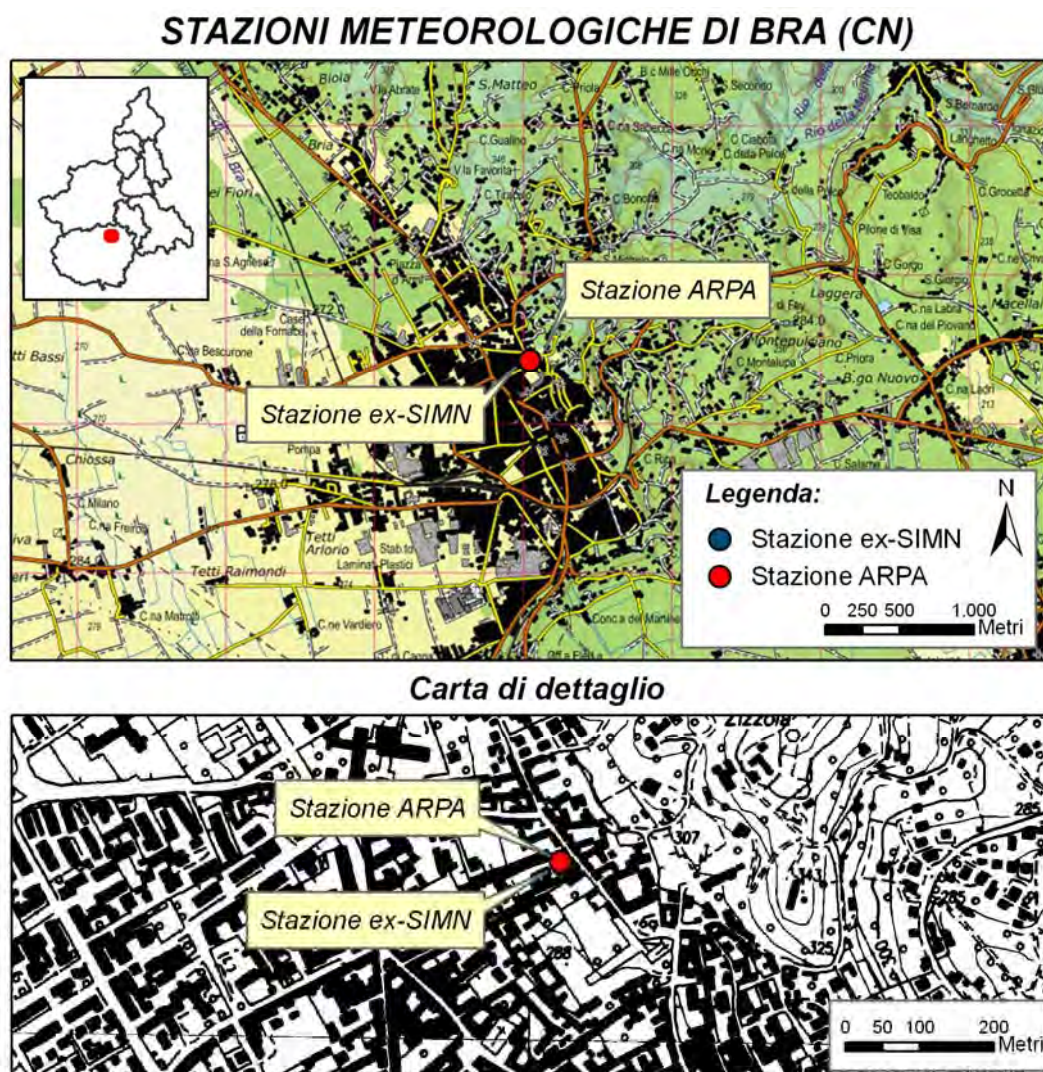


Figura 2.20 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Bra.

2.1.8. Carcoforo (VC)

Le maggiori differenze consistono nella strumentazione utilizzata e nella quota a cui sono poste.

Il sensore utilizzato nella stazione ex-SIMN (Tabella 2.10, Figura 2.22) è un pluviometro con una risoluzione giornaliera mentre, la stazione ARPA utilizza un pluviografo con una risoluzione di 10 minuti (Tabella 2.10, Figura 2.21, Figura 2.22).

Tabella 2.10- Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Carcoforo.

CARCOFORO (VC)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Carcoforo	Carcoforo (cod. 182)
<i>Comune</i>	Carcoforo (VC)	Carcoforo (VC)
<i>Località</i>	Frazione Ferrate – Locanda Alpina	-
<i>Bacino</i>	Sesia (Sermenza)	Sesia
<i>Quota</i>	1150 m s.l.m.	1290 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 53' N	45° 54' 29" N
<i>Longitudine</i>	4° 23' W M.M.	8° 03' 06" E
<i>Coordinata UTM X</i>	427726	426444
<i>Coordinata UTM Y</i>	5082210	5084376
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1916 - pluviometro	06/11/1996 – pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	31/12/2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	06/11/1996 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	2500 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	140 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1997 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	-	

2.1.9. Casale Monferrato (AL)

Entrambe le stazioni meteorologiche, quella dell'ex-SIMN (Tabella 2.11, Figura 2.24) e quella dell'ARPA Piemonte (Tabella 2.11, Figura 2.23, Figura 2.24), sono situate presso l'Istituto di Sperimentazione di Pioppicoltura, in un'area aperta.

Le due stazioni meteorologiche non presentano molte differenze riguardo l'ubicazione e si diversificano per la strumentazione utilizzata (Tabella 2.11, Figura 2.23).

Tabella 2.11 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Casale Monferrato.

CASALE MONFERRATO (AL)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Casale M.to Istituto di Pioppicoltura	Casale Monferrato (cod. 119)
<i>Comune</i>	Casale Monferrato (AL)	Casale Monferrato (AL)
<i>Località</i>	Istituto di Pioppicoltura	Istituto di Pioppicoltura
<i>Bacino</i>	Po	Po
<i>Quota</i>	113 m s.l.m.	118 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 08' N	45° 07' 59" N
<i>Longitudine</i>	3° 56' W M.M.	08° 30' 19" E
<i>Coordinata UTM X</i>	461081	461092
<i>Coordinata UTM Y</i>	4997950	4997958
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1870 - pluviometro	20/05/1988 – pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2000	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1913 – termometro	20/05/1988 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2001	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	20 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	5 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1988 - 2000	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1988 - 2001	



Figura 2.21 – Stazione meteorologica ARPA di Carcoforo (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

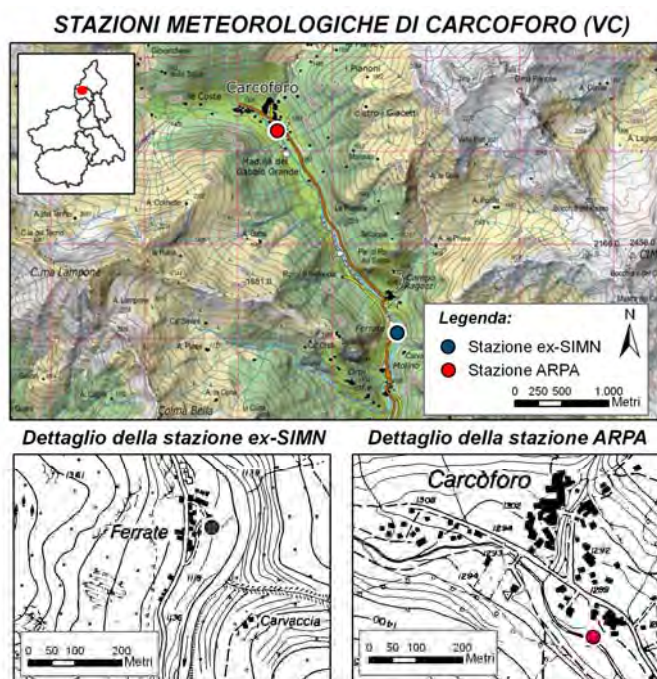


Figura 2.22 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Carcoforo.



Figura 2.23 – Stazione meteorologica ARPA di Casale Monferrato (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

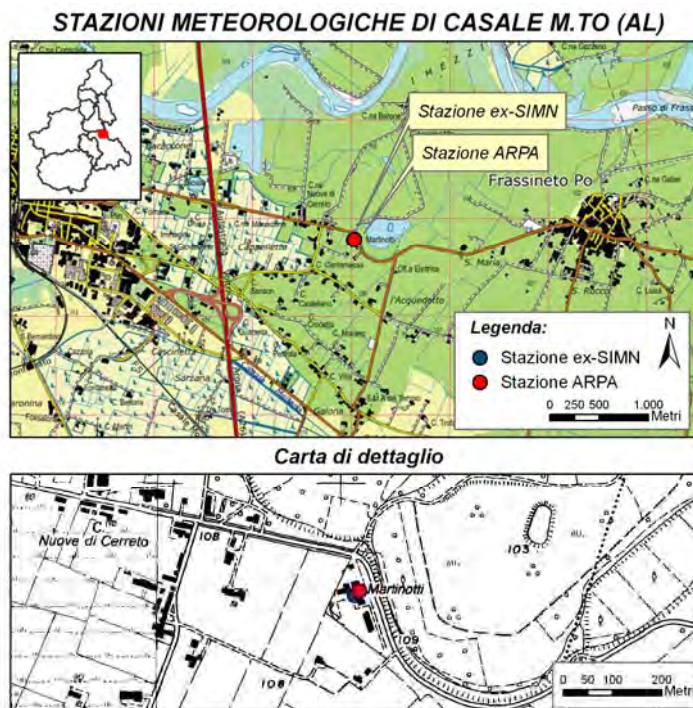


Figura 2.24 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Casale Monferrato.

2.1.10. Ceresole Reale – Lago Serrù (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nei pressi della centrale A.E.M., in uno spiazzo aperto adiacente la casa del custode, sul ciglio del versante in destra orografica, a valle dello sbarramento della diga (SIMI, 1990). In data 20/07/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano sufficienti (SIMI, 1990). Il pluviografo non risultava adeguato e necessitava di revisione, dati i numerosi anni di attività (Tabella 2.12, Figura 2.25, Figura 2.27).

La stazione automatica dell'ARPA Piemonte è localizzata lungo la sponda del Lago Agnel, a poca distanza dal Lago Serrù (Tabella 2.12, Figura 2.26, Figura 2.27).

Tabella 2.12 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Ceresole Reale.

CERESOLE REALE (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Lago Serrù	Lago Agnel (cod. 237)
<i>Comune</i>	Ceresole Reale(TO)	Ceresole Reale(TO)
<i>Località</i>	Diga Serrù	Lago Agnel
<i>Bacino</i>	Orco	Orco
<i>Quota</i>	2260 m s.l.m.	2304 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 28' N	45° 28' 08" N
<i>Longitudine</i>	5° 19' W M.M.	07° 08' 25" E
<i>Coordinata UTM X</i>	354237	354620
<i>Coordinata UTM Y</i>	5035974	5036811
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1956 - pluviografo	10/10/1996 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	10/10/1996 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		920 m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		44 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		Fine 1996 - 2003
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		-

2.1.11. Cumiana (TO)

La stazione meteorologica dell'ex-SIMN è installata presso l'Istituto Salesiano.

La stazione dell'ARPA Piemonte è localizzata nella località Pieve, presso le scuole comunali (Figura 2.26).

Tabella 2.13 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Cumiana.

CUMIANA (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Cumiana Bivio	Cumiana (cod. 109)
<i>Comune</i>	Cumiana (TO)	Cumiana (TO)
<i>Località</i>	Cumiana – Ist. Salesiano	Pieve – Scuole comunali
<i>Bacino</i>	Po (Chisola)	Po
<i>Quota</i>	289 m s.l.m.	327 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	44° 56' N	44° 57' 53" N
<i>Longitudine</i>	5° 03' W M.M.	07° 23' 31" E
<i>Coordinata UTM X</i>	374387	373174
<i>Coordinata UTM Y</i>	4977836	4980375
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1938 - pluviografo	27/01/1988 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tipo sensore)</i>	1938 - termometro	27/01/1988 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		2800m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		38 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		1988 - 2003
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		1988 - 2003



Figura 2.25 - Stazione meteorologica ex-SIMN di Ceresole Reale (foto: ARPA Piemonte).



Figura 2.26 - Stazione meteorologica ARPA di Ceresole Reale, Lago Agnel (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

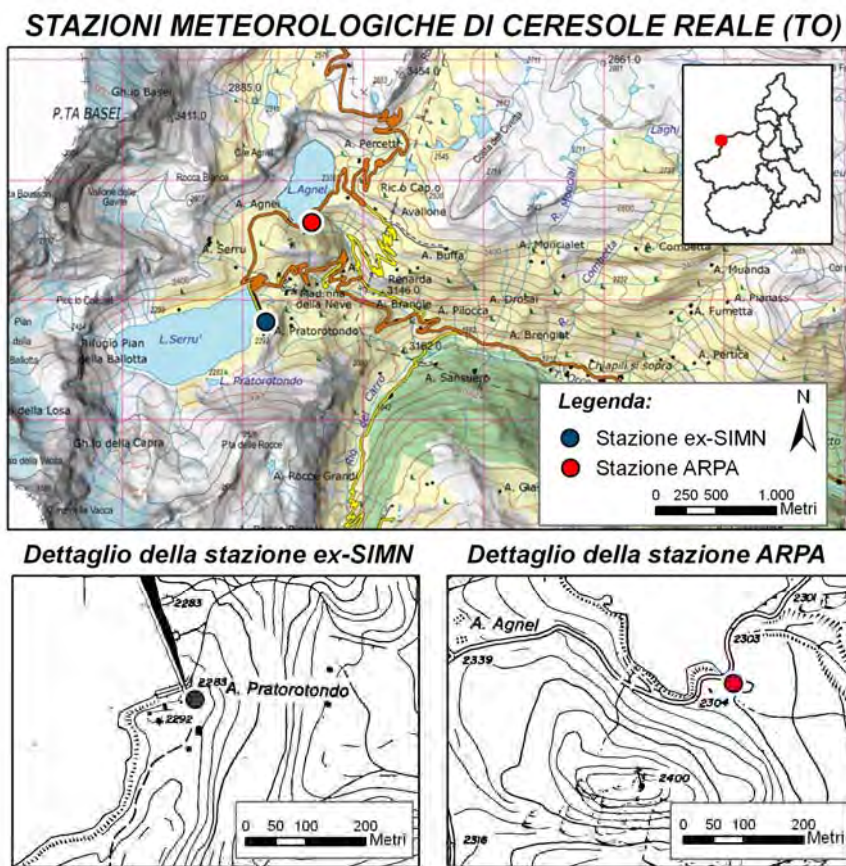


Figura 2.27 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Ceresole Reale.



Figura 2.28 - Stazione meteorologica ex-SIMN di Cumiana (foto: ARPA Piemonte).



Figura 2.29 – Stazione meteorologica ARPA di Cumiana (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI CUMIANA (TO)

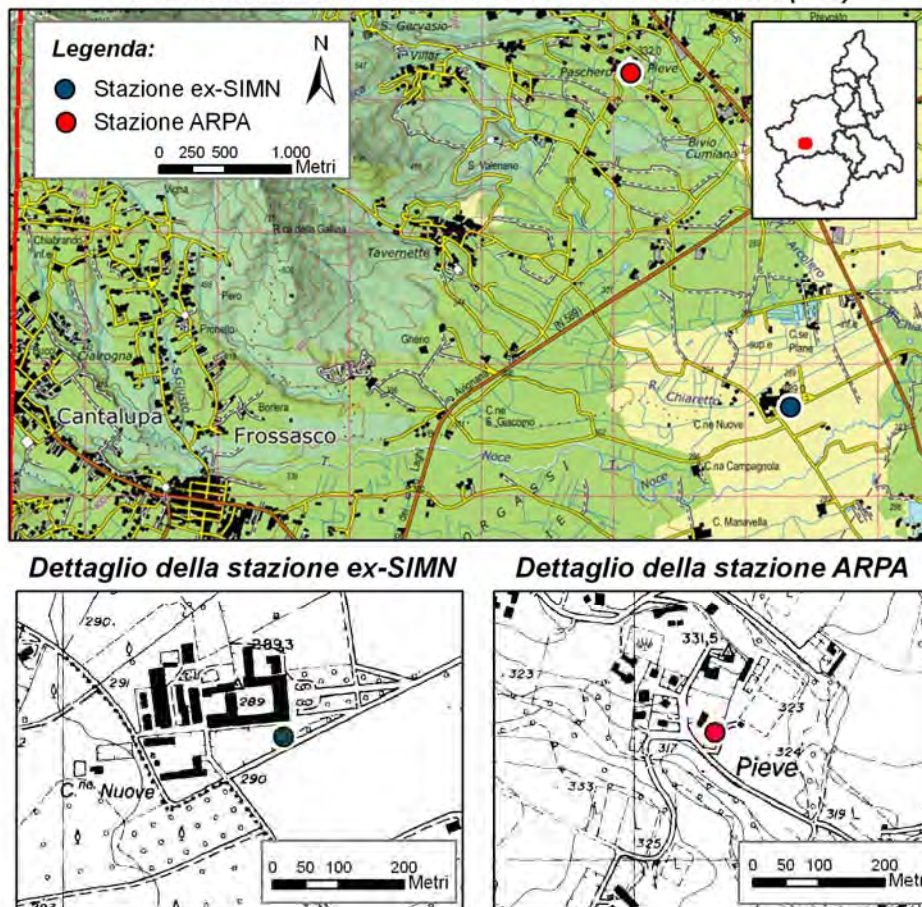


Figura 2.30 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Cumiana.

2.1.12. Lanzo Torinese (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è segnalata a quota 540 m s.l.m.m., al di fuori del centro abitato, in un'area pianeggiante in sponda sinistra del F. Stura di Lanzo, presso l'abitazione del guardiano della diga; questa quota non corrisponde, però, alla quota riportata in cartografia, che risulta inferiore. In data 13/07/1990, il pluviografo risultava collocato in un'area priva di ostacoli, in un terreno adibito a frutteto; è stato annotato che la crescita degli alberi avrebbe potuto in futuro pregiudicare la correttezza delle misure di precipitazione (SIMI, 1990). In tale data, le condizioni di manutenzione del pluviografo apparivano discrete, mentre quelle del termometro, posto in una capannina meteorologica applicata al muro dell'abitazione con esposizione Nord risultavano insufficienti, a causa del suo funzionamento difettoso. Per questo motivo i dati di temperatura della stazione dell'ex-SIMN, non considerati validi, non sono stati utilizzati ai fini del confronto con i dati della stazione ARPA (Tabella 2.14, Figura 2.32). La stazione automatica dell'ARPA Piemonte è localizzata fuori dal centro abitato (Tabella 2.14, Figura 2.31, Figura 2.32). Le due stazioni meteo differiscono per il loro posizionamento: la stazione ex-SIMN è posta in territorio pianeggiante ai piedi di un versante esposto a Nord; la stazione dell'ARPA si trova a quota più elevata su un versante esposto a Sud.

Tabella 2.14 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Lanzo.

LANZO (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Lanzo diga	Lanzo (cod. 111)
<i>Comune</i>	Lanzo Torinese (TO)	Lanzo Torinese (TO)
<i>Località</i>	Grange	Fua
<i>Bacino</i>	Stura di Lanzo	Po
<i>Quota</i>	540 m s.l.m.	580 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 16' N	45° 17' 23" N
<i>Longitudine</i>	4° 58' W M.M.	07° 29' 38" E
<i>Coordinata UTM X</i>	381242	381885
<i>Coordinata UTM Y</i>	5014181	5016336
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1957 - pluviografo	24/08/1989 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	1999	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1957 - termometro	24/08/1989 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	1990 (funzion. non corretto)	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	2200 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	40 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1989 - 1999	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	-	

2.1.13. Locana – Lago Valsoera (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nei pressi della diga del Lago di Valsoera, su un versante esposto a Sud-Ovest; risulta posizionata sul terrazzo dell'abitazione dei guardiani, a circa 2 metri di distanza dal fabbricato. In data 21/09/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano sufficienti (SIMI, 1990). In particolare, l'intera stazione pluviografica (strumentazione e cabina) si presentava in condizioni precarie dovute ai numerosi anni di funzionamento e si suggeriva la sostituzione dell'apparecchio. Il termometro, installato nell'apposita capannina meteorologica in legno, appariva in condizioni discrete. La stazione automatica dell'ARPA Piemonte è posta a maggiore distanza dal Lago Valsoera, rispetto alla stazione precedente (Figura 2.31).

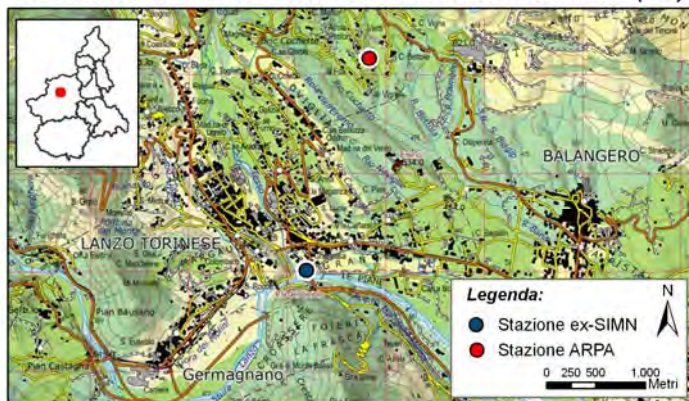
Tabella 2.15 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Locana.

LAGO VALSOERA (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Lago Valsoera	Lago di Valsoera (cod: 005)
<i>Comune</i>	Locana (TO)	Locana (TO)
<i>Località</i>	Diga di Valsoera	Lago di Valsoera
<i>Bacino</i>	Orco (Piantonetto)	Orco
<i>Quota</i>	2410 m s.l.m.	2365 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 29' N	45° 29' 10" N
<i>Longitudine</i>	5° 03' W M.M.	07° 23' 38" E
<i>Coordinata UTM X</i>	374688	374477
<i>Coordinata UTM Y</i>	5038439	5038301
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1959 – pluviografo	08/10/1987 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2000	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1959 - termometro	08/10/1987 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	250 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	45 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	Fine del 1987-2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1990-2003 (interruzione periodo 1993-1995)	



Figura 2.31 – Stazione meteorologica ARPA di Lanzo (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI LANZO TORINESE (TO)



Dettaglio della stazione ex-SIMN



Dettaglio della stazione ARPA

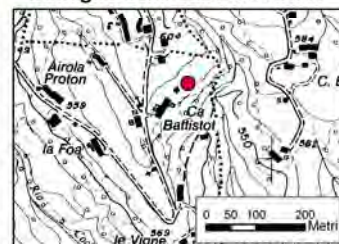
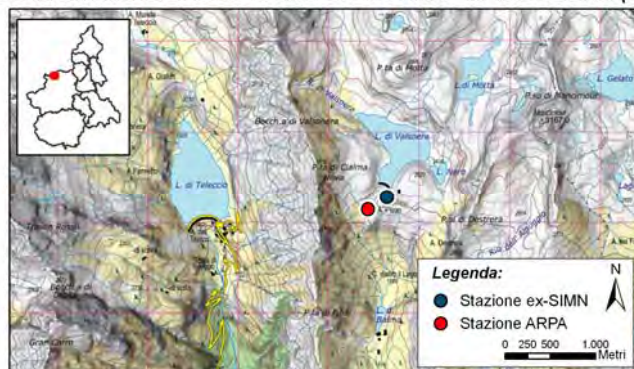


Figura 2.32 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Lanzo.



Figura 2.33 – Stazione meteorologica ARPA di Locana (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI LOCANA - L. VALSOERA (TO)



Carta di dettaglio

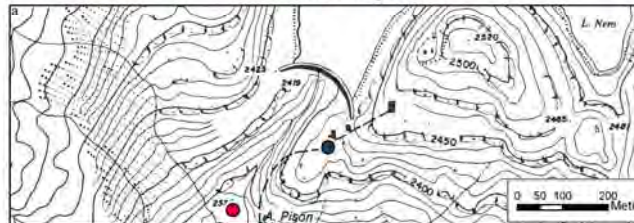


Figura 2.34 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Locana.

2.1.14. Luserna S. Giovanni (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nel centro abitato, in un'area aperta nel giardino dell'abitazione del rilevatore. La stazione risulta localizzata alla quota di 476 m s.l.m.m., per quanto riguarda il pluviografo e 478 m s.l.m.m. per quanto riguarda il termometro; in cartografia la quota della stazione, è prossima al valore di 465 m s.l.m. e risulta inferiore a quella dichiarata. In data 21/09/1990 le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante apparivano buone per quanto riguarda il pluviografo e discrete per il termometro, che risulta applicato alla parete dell'edificio con esposizione Nord, in corrispondenza della finestra del primo piano della casa (SIMI, 1990) (Tabella 2.16, Figura 2.36).

La stazione automatica di ARPA Piemonte è stata installata il 12 gennaio 1988 ed è localizzata a quota 475 m s.l.m.m. (Tabella 2.16, Figura 2.35, Figura 2.36).

Tabella 2.16 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Luserna S. Giovanni.

LUSERNA SAN GIOVANNI (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Luserna San Giovanni	Luserna S.Giovanni (cod. 105)
<i>Comune</i>	Luserna San Giovanni (TO)	Luserna San Giovanni (TO)
<i>Località</i>	-	Pralafera
<i>Bacino</i>	Pellice	Pellice
<i>Quota</i>	478 m s.l.m.	475 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	44° 49' N	44° 48' 50" N
<i>Longitudine</i>	5° 12' W M.M.	07° 14' 32" E
<i>Coordinata UTM X</i>	361760	361006
<i>Coordinata UTM Y</i>	4963903	4963859
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1953 - pluviografo	12/01/1988 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1913 - termometro	12/01/1988 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	760 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	1 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1988 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1988 - 2003	

2.1.15. Mondovì (CN)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nel centro abitato, in un'area aperta adiacente agli edifici della centrale ENEL, alla quota di 440 m s.l.m.m.; in cartografia la quota risulta essere inferiore di circa 20 metri. In data 12/09/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano buone (SIMI, 1990).

La stazione automatica dell'Arpa Piemonte è installata nelle vicinanze del centro abitato (Figura 2.35).

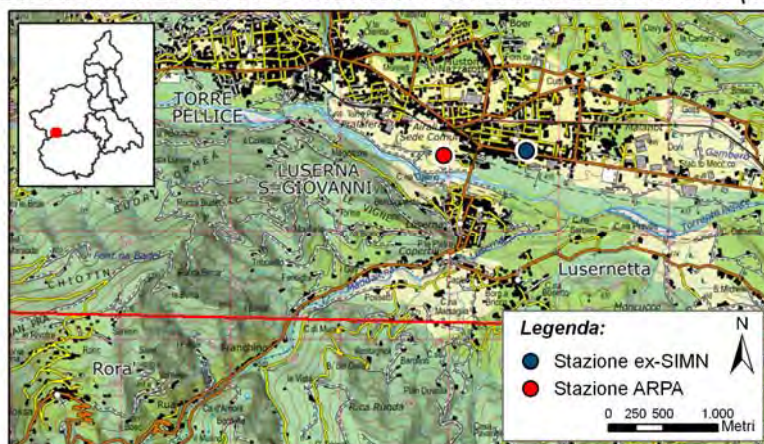
Tabella 2.17 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Mondovì.

MONDOVÌ (CN)	Stazione ex-SIMN	Stazione Arpa Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Mondovì	Mondovì (cod. 315)
<i>Comune</i>	Mondovì (CN)	Mondovì (CN)
<i>Località</i>	-	Istituto agrario
<i>Bacino</i>	Tanaro (Ellero)	Tanaro
<i>Quota</i>	440 m s.l.m.	422 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	44° 23' N	44° 23'48" N
<i>Longitudine</i>	4° 38' W M.M.	07° 48'42" E
<i>Coordinata UTM X</i>	405721	405350
<i>Coordinata UTM Y</i>	4916811	4916698
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1950 - pluviografo	13/07/1993 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2004	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	13/07/1993 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	390 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	18 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1993 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	-	



Figura 2.35 – Stazione meteorologica Arpa di Luserna S. Giovanni (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI LUSERNA S. GIOVANNI (TO)



Carta di dettaglio

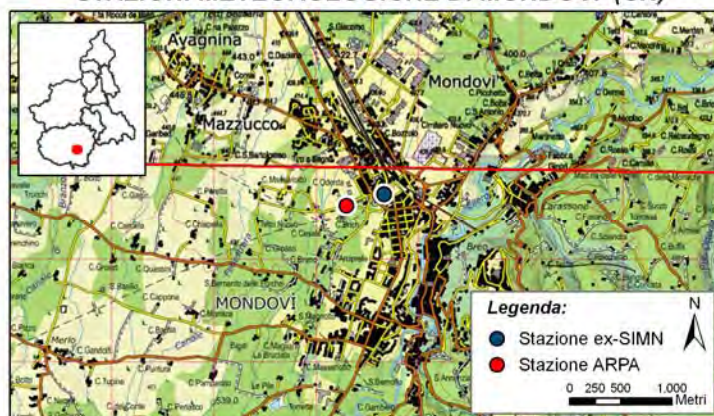


Figura 2.36 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Luserna S. Giovanni.



Figura 2.37 – Stazione ARPA di Mondovì (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI MONDOVI' (CN)



Carta di dettaglio



Figura 2.38 – Localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Mondovì.

2.1.16. Oropa (BI)

La stazione meteorologica dell'ex-SIMN è situata sul tetto del Santuario di Oropa. In particolare, la bocca tarata del pluviografo è installata sul tetto dell'osservatorio e collegata con un tubo di plastica allo strumento registratore, posizionato all'interno (Tabella 2.18, Figura 2.39, Figura 2.40).

Anche la stazione dell'ARPA Piemonte è installata sul tetto del Santuario (Tabella 2.18, Figura 2.39, Figura 2.40).

Tabella 2.18 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Oropa.

OROPA (BI)	Stazione ex-SIMN	Stazione Arpa Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Oropa	Oropa (cod. 123)
<i>Comune</i>	Biella (BI)	Biella (BI)
<i>Località</i>	Santuario di Oropa	Santuario di Oropa
<i>Bacino</i>	Sesia (Cervo)	Sesia
<i>Quota</i>	1180 m s.l.m.	1186 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45°38' N	45° 37' 40" N
<i>Longitudine</i>	4°28' W M.M.	7° 58' 57" E
<i>Coordinata UTM X</i>	420669	420668
<i>Coordinata UTM Y</i>	5053279	5053282
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1941 - pluviografo	19/05/1988 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2002	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1867 - termografo	19/05/1988 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2002	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	Pochi metri	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	6 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1991 - 2002	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1990 - 2002	

2.1.17. Piedicavallo (BI)

La stazione meteorologica dell'ex-SIMN è installata nel cortile dell'osservatore, in un'area aperta (Tabella 2.19, Figura 2.41, Figura 2.43).

La stazione dell'ARPA (Tabella 2.19, Figura 2.42, Figura 2.43) si differenzia soprattutto nella strumentazione adottata, in particolare per il tipo di sensore utilizzato per registrare le precipitazioni, essendo dotata di un pluviografo con una risoluzione di dieci minuti nella misura delle piogge, mentre nella stazione ex-SIMN si utilizza un pluviometro totalizzatore a rovesciamento, che permette di misurare solo le piogge giornaliere.

Tabella 2.19 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Piedicavallo.

PIEDICAVALLLO (BI)	Stazione ex-SIMN	Stazione Arpa Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Piedicavallo	Piedicavallo (cod. 191)
<i>Comune</i>	Piedicavallo (BI)	Piedicavallo (BI)
<i>Località</i>	Via Mologna 2	-
<i>Bacino</i>	Sesia (Cervo)	Sesia
<i>Quota</i>	1050 m s.l.m.	1040 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 41' N	45° 41' 25" N
<i>Longitudine</i>	4° 30' W M.M.	07° 57' 26" E
<i>Coordinata UTM X</i>	418643	418813
<i>Coordinata UTM Y</i>	5060320	5060264
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1914 - pluviometro	09/11/1996 – pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1914 - termometro	09/11/1996 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	180 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	10 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1996 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1996 - 2003	



Figura 2.39 – Stazioni meteorologiche di Oropa: sul tetto a destra, gli strumenti ex-SIMN, a sinistra i sensori di ARPA Piemonte (foto: S. Fratianni).

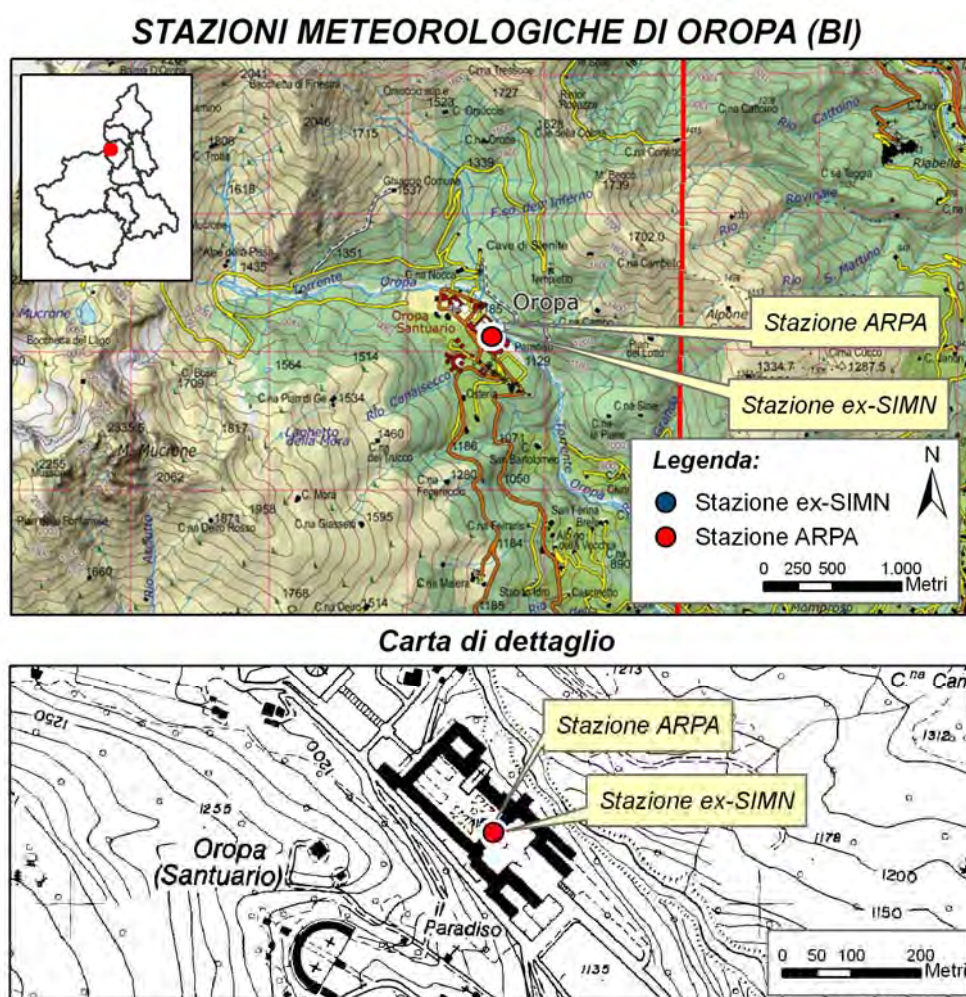


Figura 2.40 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Oropa.



Figura 2.41 - Stazione meteorologica ex-SIMN di Piedicavallo (foto: ARPA Piemonte).



Figura 2.42 – Stazione meteorologica ARPA di Piedicavallo (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

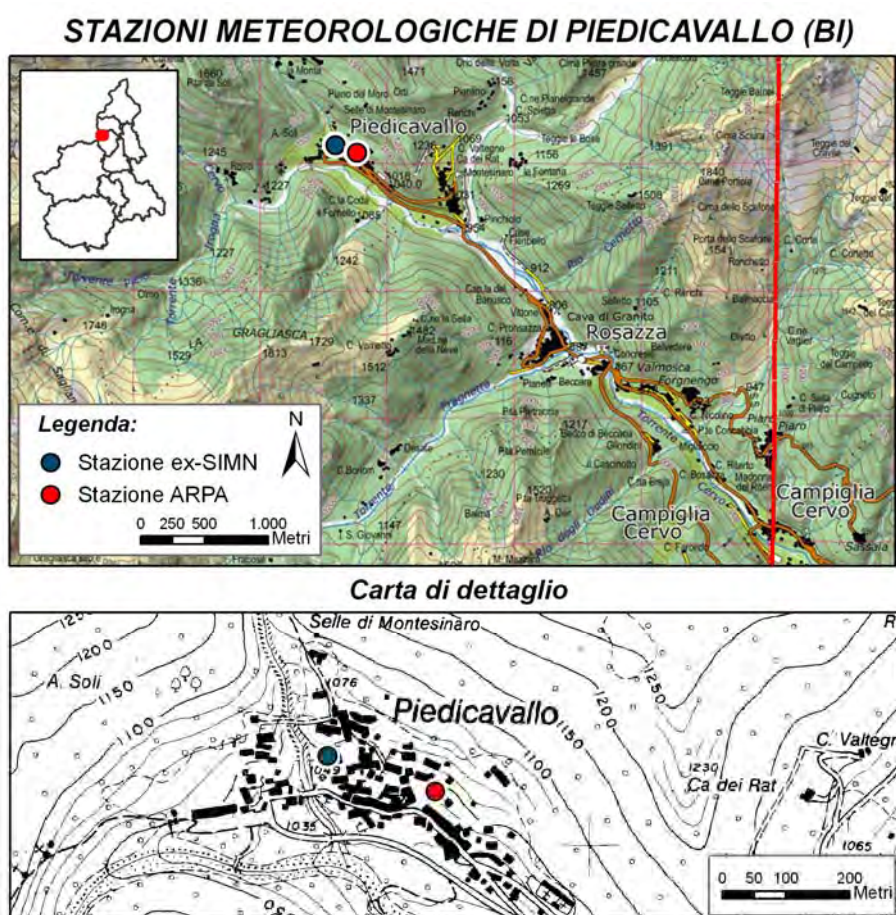


Figura 2.43 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Piedicavallo.

2.1.18. Salbeltrand (TO)

La stazione meteorologica ex-SIMN è installata presso la centrale idroelettrica di Chiomonte. Su un lato della stazione, a circa 2 m di distanza, si trova una struttura in profilati metallici, mentre sull'altro lato si estende un'area aperta (Tabella 2.20, Figura 2.45).

La stazione meteorologica dell'ARPA Piemonte è situata nella località di Graviere (Tabella 2.20, Figura 2.44, Figura 2.45).

Tabella 2.20 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Salbeltrand.

SALBELTRAND (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione Arpa Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Salbeltrand	Salbeltrand (cod. 150)
<i>Comune</i>	Salbeltrand (TO)	Salbeltrand (TO)
<i>Località</i>	Chiomonte – AEM Centrale Idroelettrica	Graviere
<i>Bacino</i>	Dora Riparia	Dora Riparia
<i>Quota</i>	1031 m s.l.m.	1010 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	-	45° 04' 20" N
<i>Longitudine</i>	-	06° 53' 42" E
<i>Coordinata UTM X</i>	335169	334301
<i>Coordinata UTM Y</i>	4994110	4993216
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1956 - pluviografo	15/11/1990 – pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2002	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	15/11/1990 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		1250 m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		21 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		1991 - 2002
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		-

2.1.19. Sparone (TO)

Le caratteristiche delle due stazioni, quella dell'ex-SIMN (Tabella 2.21, Figura 2.46, Figura 2.48) e quella dell'ARPA Piemonte (Tabella 2.21, Figura 2.47, Figura 2.48) sono sintetizzate e confrontate tra loro.

Tabella 2.21 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Sparone.

SPARONE (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione Arpa Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Sparone	Sparone (cod. S2584)
<i>Comune</i>	Sparone (TO)	Sparone (TO)
<i>Località</i>	Bose – Centrale ENEL	Bisdonio
<i>Bacino</i>	Orco	Orco
<i>Quota</i>	635 m s.l.m.	550 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45°25' N	45° 24' 39" N
<i>Longitudine</i>	04°54' M. M. W	07° 32' 42" E
<i>Coordinata UTM X</i>	385988	386141
<i>Coordinata UTM Y</i>	5031068	5029706
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1932 - pluviografo	18/04/2001 – pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	15/11/1990 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		1400 m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		85 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		2001 - 2003
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		-



Figura 2.44 – Stazione meteorologica ARPA di Salbeltrand (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).



Figura 2.46 – Stazione meteorologica ex-SIMN di Sparone (foto: ARPA Piemonte).



Figura 2.47 – Stazione meteorologica ARPA di Sparone (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI SALBERTRAND (TO)

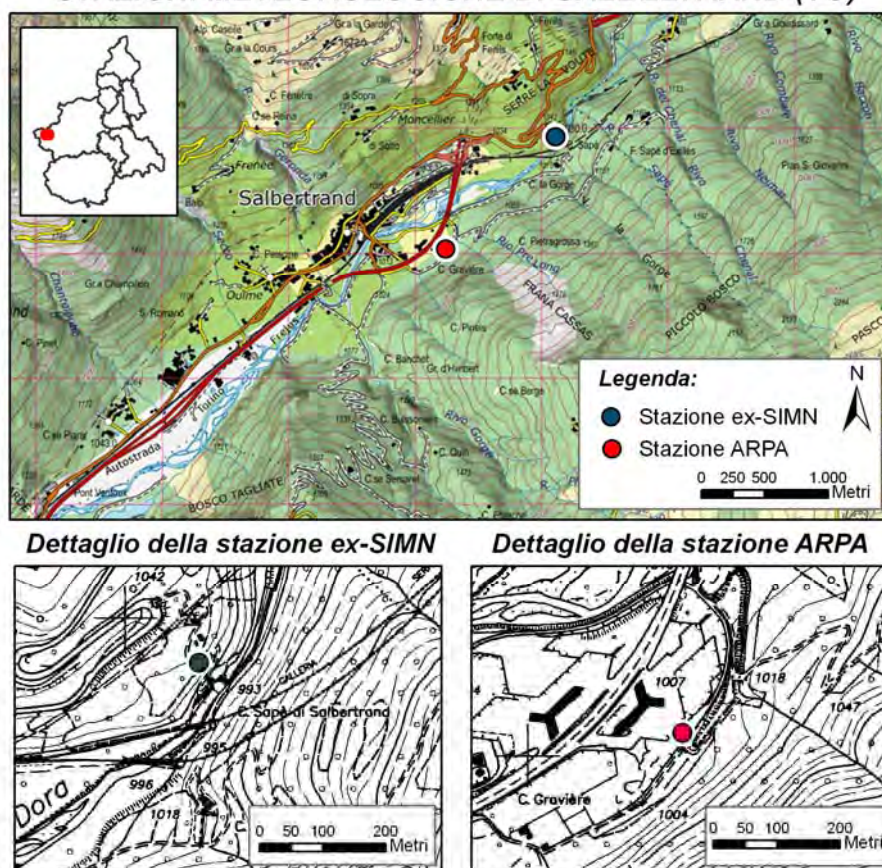


Figura 2.45 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Salbertrand.

STAZIONI METEOROLOGICHE DI SPARONE (TO)

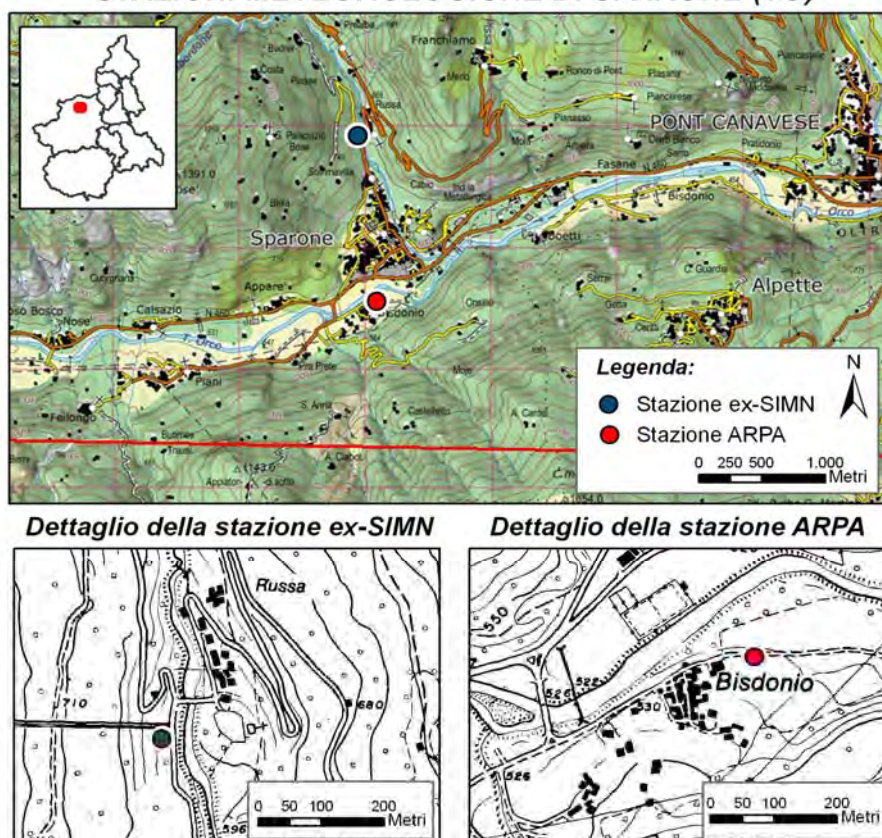


Figura 2.48 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Sparone.

2.1.20. Susa (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nell'area di servizio della centrale ENEL, in prossimità degli organi di manovra delle paratoie. In data 07/09/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano discrete e il funzionamento del pluviografo appariva buono (SIMI, 1990) (Tabella 2.22, Figura 50).

La stazione dell'ARPA è posta nelle vicinanze del centro abitato, a non grande distanza dalla stazione precedente (Tabella 2.22, Figura 2.49, Figura 2.50).

Tabella 2.22 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Susa.

SUSA (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Susa	Pietrastretta (cod. 146)
<i>Comune</i>	Susa (TO)	Susa (TO)
<i>Località</i>	Centrale ENEL	Pietrastretta
<i>Bacino</i>	Dora Riparia	Dora Riparia
<i>Quota</i>	510 m s.l.m.	520 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 08' N	45° 08' 34" N
<i>Longitudine</i>	5° 24' W M.M.	07° 03' 18" E
<i>Coordinata UTM X</i>	346442	347088
<i>Coordinata UTM Y</i>	5000250	5000758
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1943 - pluviografo	05/12/1990 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tsensore)</i>	-	05/12/1990 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	820 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	10 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1991 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	-	

2.1.21. Torino

La stazione meteorologica dell'ex-SIMN è situata sul terrazzo dell'edificio del Servizio Idrografico (Tabella 2.23, Figura 2.52).

La stazione meteorologica dell'ARPA, originariamente installata in corso Regina Margherita, nell'agosto del 2004 è stata trasferita in un'altra zona della città, presso i Giardini Reali (Tabella 2.23, Figura 2.51, Figura 2.52).

La principale differenza tra le due stazioni riguarda la diversa ubicazione, in quanto la stazione ARPA è posizionata su un prato, mentre la stazione ex-SIMN è installata sul terrazzo di un fabbricato.

Tabella 2.23 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Torino.

TORINO	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Torino Ufficio Idrografico	Torino Buon Pastore (cod. 153)
<i>Comune</i>	Torino	Torino
<i>Località</i>	C.so Bolzano 44	C.so Regina Margherita 153/bis
<i>Bacino</i>	Po	Po
<i>Quota</i>	269,6 m s.l.m.	240 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45°04'18,6" N	45° 04' 49" N
<i>Longitudine</i>	04°47'2,3" W M.M.	07° 40' 25" E
<i>Coordinata UTM X</i>	395249	395608
<i>Coordinata UTM Y</i>	4992056	4992819
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1928 - pluviografo	22/03/1989 – pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2005	03/08/2004
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - tsensore)</i>	1926 - termografo	22/03/1989 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2005	03/08/2004
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	850 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	30 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1990 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1990 - 2003	



Figura 2.49 – Stazione meteo ARPA di Susa (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

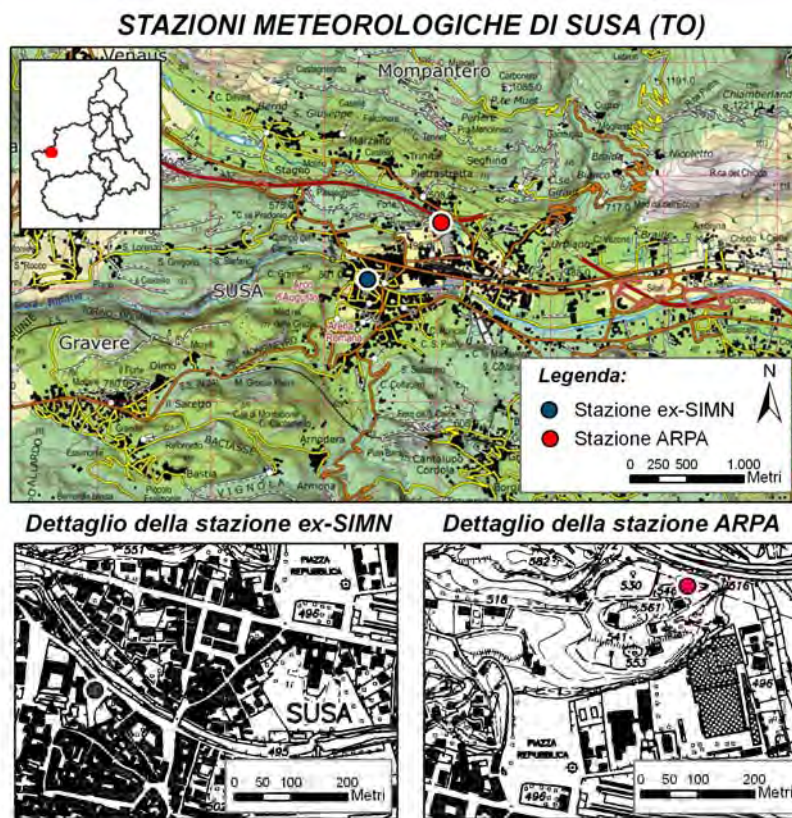


Figura 2.50 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Susa.



Figura 2.51 – Stazione meteo ARPA di Torino (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

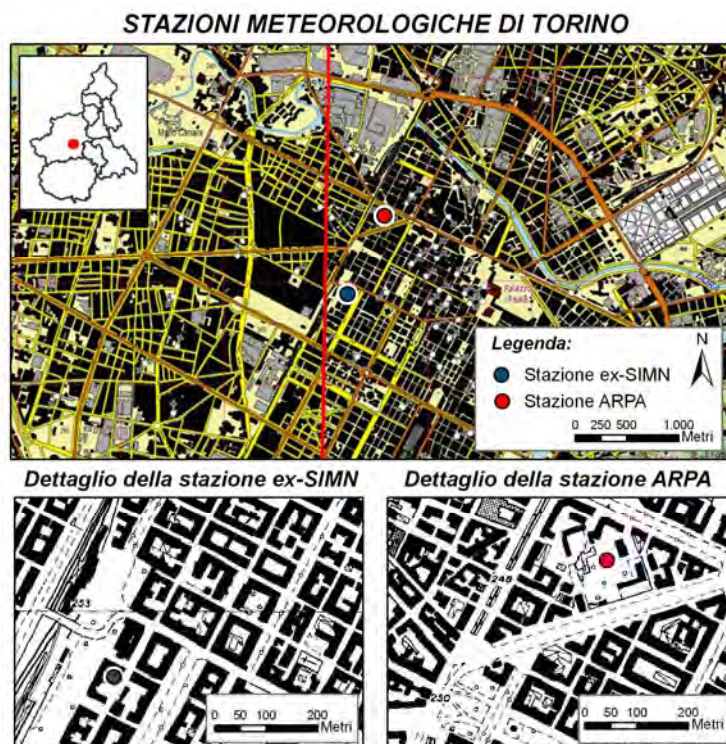


Figura 2.52 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Torino.

2.1.22. Tricerro (VC)

Le caratteristiche delle due stazioni, quella dell'ex-SIMN e quella dell'ARPA Piemonte (Figura 2.53) sono sintetizzate e confrontate tra loro (Tabella 2.24, Figura 2.54).

Tabella 2.24 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Tricerro.

TRICERRO (VC)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Tricerro	Tricerro (cod. S2564)
<i>Comune</i>	Tricerro (VC)	Tricerro (VC)
<i>Località</i>	Cons. Irrigazione Ovest Sesia	-
<i>Bacino</i>	Sesia (Marcova)	Sesia
<i>Quota</i>	140 m s.l.m.	139 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 14' N	45° 14' 09" N
<i>Longitudine</i>	04° 14' W M.M.	08° 19' 51" E
<i>Coordinata UTM X</i>	447348	447480
<i>Coordinata UTM Y</i>	5009424	5009461
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1985 - pluviografo	11/12/2000 – pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	11/12/2000 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	140 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	1 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	2001 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	-	

2.1.23. Usseglio – Malciaussia (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nei pressi del Lago di Malciaussia, sul terrazzo adiacente l'abitazione dei guardiani della diga. In data 24/09/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano discrete; inoltre, è stato annotato che la stazione risultava spostata dalla sua ubicazione originaria in seguito a lavori di ampliamento dell'edificio adiacente e che sarebbe stata nuovamente trasferita al termine dei lavori. Il pluviografo, non è posto in una cabina di alluminio anodizzato, come generalmente avviene nelle stazioni di questo tipo (cfr. par. 2.1), ma è collocato in una cabina di lamiera zincata, fissata mediante supporti metallici al terrazzo. Il termometro è installato nell'apposita capannina meteorologica in legno, situata vicino al pluviografo (Tabella 2.25, Figura 2.55, Figura 2.57). La stazione dell'ARPA Piemonte è localizzata a circa 400 metri di distanza dal lago (Tabella 2.25, Figura 2.56, Figura 2.57).

Le due stazioni meteorologiche presentano alcune differenze riguardo la localizzazione: la stazione ex-SIMN è sul fondovalle, mentre quella ARPA è posta su un versante esposto a Sud (Figura 2.58).

Tabella 2.25 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Usseglio – Malciaussia.

USSEGLIO – MALCIAUSSIA (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Malciaussia diga	Malciaussia (cod. 349)
<i>Comune</i>	Usseglio (TO)	Usseglio (TO)
<i>Località</i>	Lago di Malciaussia	Malciaussia
<i>Bacino</i>	Stura di Lanzo (Stura di Viù)	Stura di Lanzo
<i>Quota</i>	1813 m s.l.m.	1800 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 12' N	45° 12' 31" N
<i>Longitudine</i>	5° 18' W M.M.	07° 08' 58" E
<i>Coordinata UTM X</i>	354308	354672
<i>Coordinata UTM Y</i>	5007748	5007898
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1980 - pluviografo	15/06/2000 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1937 - termometro	15/06/2000 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	395 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	13 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	Metà 2000 - 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	Metà 2000 - 2003	



Figura 2.53 – Stazione meteorologica ARPA di Tricerro (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

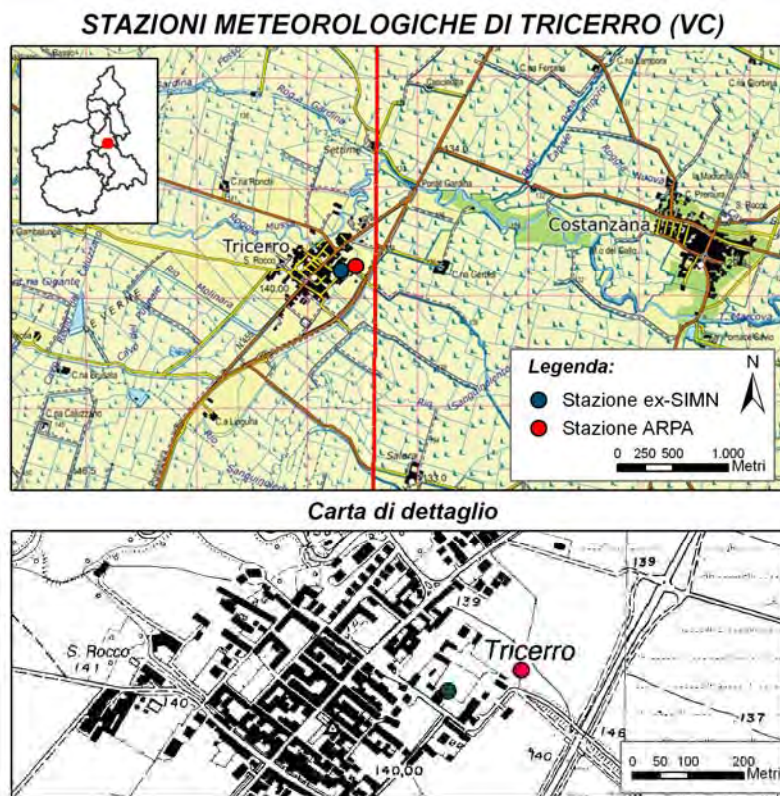


Figura 2.54 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Tricerro.



Figura 2.55 – Stazione meteorologica ex-SIMN di Usseglio - Malciaussia (foto: M. Grivetti).



Figura 2.56 – Stazione meteorologica ARPA di Usseglio - Malciaussia (foto: M. Grivetti).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI USSEGLIO (TO)



Carta di dettaglio

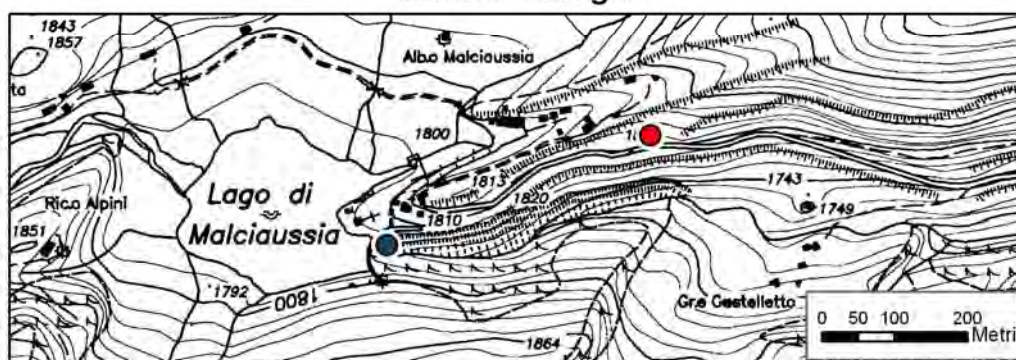


Figura 2.57 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Usseglio- Malciaussia.

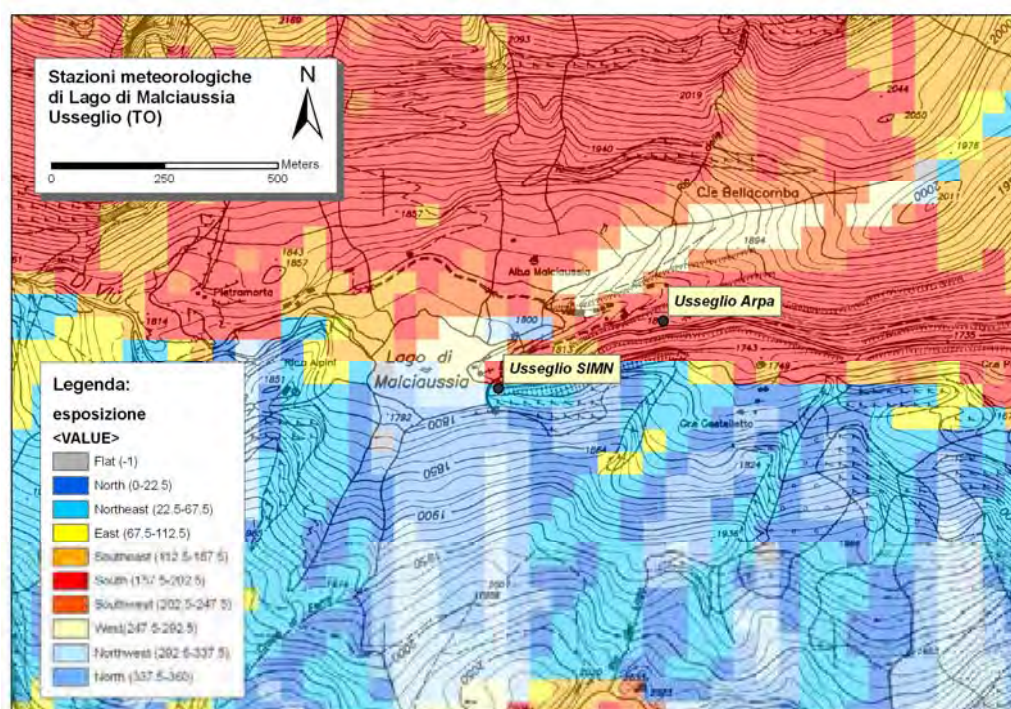


Figura 2.58 – Carta dell'esposizione dei versanti.

2.1.24. Valprato Soana – Piamprato (TO)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nel fondovalle della Valle Soana, in un'area pianeggiante. In data 13/07/1990, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano buone (SIMI, 1990) (Tabella 2.26, Figura 2.59, Figura 2.61).

La stazione dell'ARPA è posta al di fuori del centro abitato (Tabella 2.26, Figura 2.60, Figura 2.61).

Tabella 2.26 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Valprato Soana – Piamprato.

VALPRATO SOANA (TO)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Piamprato Soana	Piamprato (cod. 239)
<i>Comune</i>	Valprato Soana (TO)	Valprato Soana (TO)
<i>Località</i>	Frazione Piamprato	Piamprato
<i>Bacino</i>	Orco (Soana)	Orco
<i>Quota</i>	1550 m s.l.m.	1555 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 33' N	45° 33' 28" N
<i>Longitudine</i>	4° 53' W M.M.	07° 34' 27" E
<i>Coordinata UTM X</i>	388914	388706
<i>Coordinata UTM Y</i>	5045582	5045997
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1985 - pluviografo	08/07/1993 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	1999	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	-	08/07/1993 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	-	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		465 m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		5 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		1993 - 1999
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		-

2.1.25. Varallo Sesia (VC)

La stazione dell'ex-SIMN è localizzata nel fondovalle, in un'area aperta all'interno del cortile delle centrale idroelettrica. In data 26/06/1991, le condizioni generali di manutenzione della stazione e dell'area ad essa circostante risultavano buone (SIMI, 1990). Il termometro a mercurio è ubicato sul retro della centrale nell'apposita capannina meteorologica fissata al muro (Tabella 2.27, Figura 2.63).

La stazione dell'ARPA è posta fuori dal centro abitato (Tabella 2.27, Figura 2.62, Figura 2.63).

Tabella 2.27 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Varallo Sesia.

VARALLO SESIA (VC)	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Varallo Sesia	Varallo (cod. 132)
<i>Comune</i>	Varallo Sesia (VC)	Varallo Sesia (VC)
<i>Località</i>	-	Vivaio forestale Crosa
<i>Bacino</i>	Sesia	Sesia
<i>Quota</i>	453 m s.l.m.	470 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 49' N	45° 49' 14" N
<i>Longitudine</i>	4° 12' W M.M.	08° 16' 30" E
<i>Coordinata UTM X</i>	441708	443670
<i>Coordinata UTM Y</i>	5073912	5074457
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1929 - pluviografo	01/03/1989 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1871 - termometro	01/03/1989 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>		2040 m
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>		17 m
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>		1989 - 2003
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>		1989 - 2003



Figura 2.59 – Stazione meteorologica ex-SIMN di Valprato Soana - Piamprato (foto: M. Grivetti).



Figura 2.60 – Stazione meteo ARPA di Valprato Soana - Piamprato (foto: M. Grivetti).

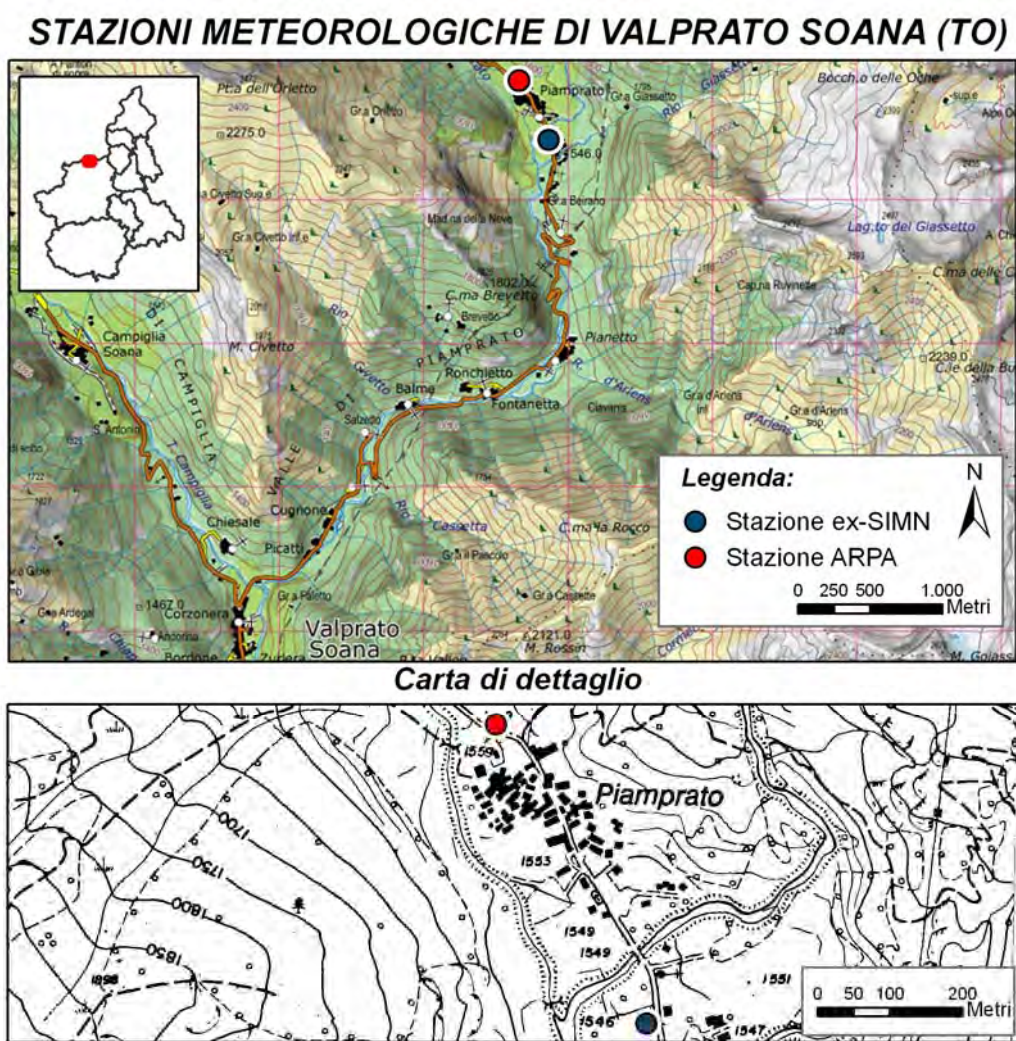
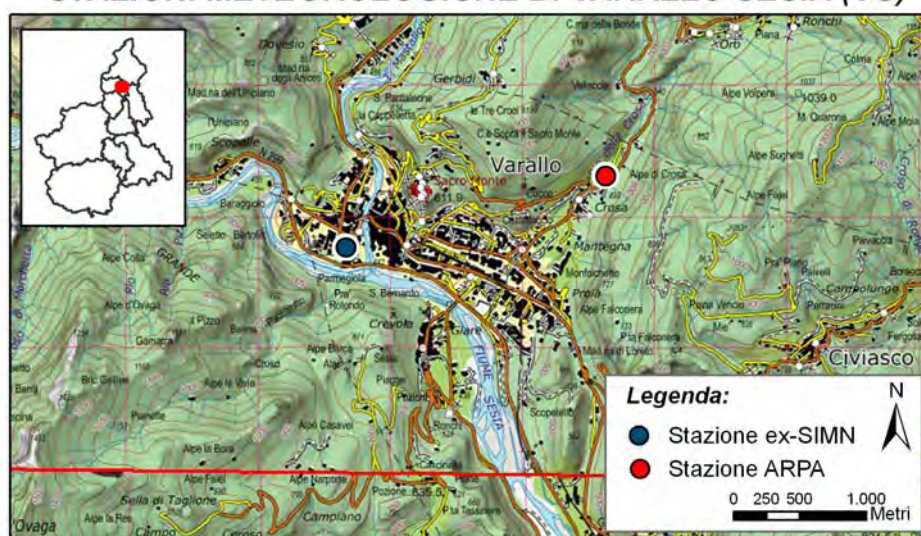


Figura 2.61 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Valprato Soana - Piamptrato.

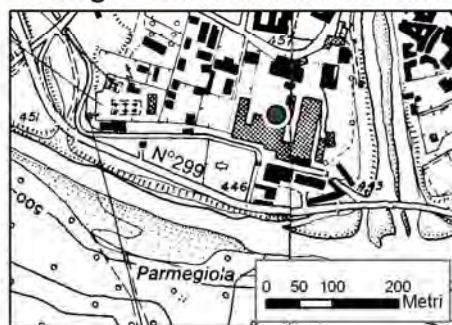


Figura 2.62 – Stazione meteorologica ARPA di Varallo Sesia (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

STAZIONI METEOROLOGICHE DI VARALLO SESIA (VC)



Dettaglio della stazione ex-SIMN



Dettaglio della stazione ARPA

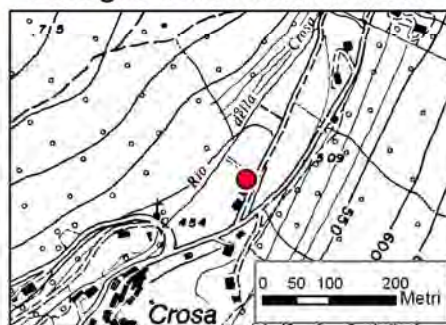


Figura 2.63 – Carta della localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Varallo Sesia.

2.1.26. Vercelli (VC)

La stazione dell'ex-SIMN è situata presso la Cascina Boraso, attuale Istituto di Sperimentazione per la Cerealicoltura, in un'area aperta nei pressi del prefabbricato. Il termoisografo è situato all'interno della capannina meteorologica (Tabella 2.28, Figura 2.65).

La stazione dell'ARPA Piemonte è situata nella Cascina Ruggerina (Tabella 2.28, Figura 2.64, Figura 2.65). Entrambe le stazioni sono posizionate al di fuori del centro abitato, nella campagna circostante.

Tabella 2.28 - Caratteristiche e ubicazione delle due stazioni meteorologiche installate a Vercelli.

VERCELLI	Stazione ex-SIMN	Stazione ARPA Piemonte
<i>Nome e codice stazione</i>	Vercelli – Staz. risicoltura	Vercelli (cod. 198)
<i>Comune</i>	Vercelli (VC)	Vercelli (VC)
<i>Località</i>	Staz. risicoltura	Casello Ruggerina
<i>Bacino</i>	Sesia	Sesia
<i>Quota</i>	135 m s.l.m.	132 m s.l.m.
<i>Latitudine</i>	45° 19' 50"	45° 19' 32"
<i>Longitudine</i>	8° 21' 40"	8° 23' 26"
<i>Coordinata UTM X</i>	319738	452237
<i>Coordinata UTM Y</i>	4994608	5019386
<i>Misura precipitazioni (inizio funzionamento - sensore)</i>	1927 - pluviografo	17/06/1993 - pluviografo
<i>Misura precipitazioni (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Misura temperature (inizio funzionamento - sensore)</i>	1927 – termografo	17/06/1993 - termografo
<i>Misura temperature (fine funzionamento)</i>	2003	Attiva
<i>Distanza tra le due stazioni</i>	1360 m	
<i>Differenza di quota tra le due stazioni</i>	3 m	
<i>Periodo di sovrapposizione P</i>	1994 – 2003	
<i>Periodo di sovrapposizione T</i>	1994 - 2003	



Figura 2.64 – Stazione meteorologica ARPA di Vercelli (foto: ARPA Piemonte, Banca Dati Meteorologica 1990-2003, cd).

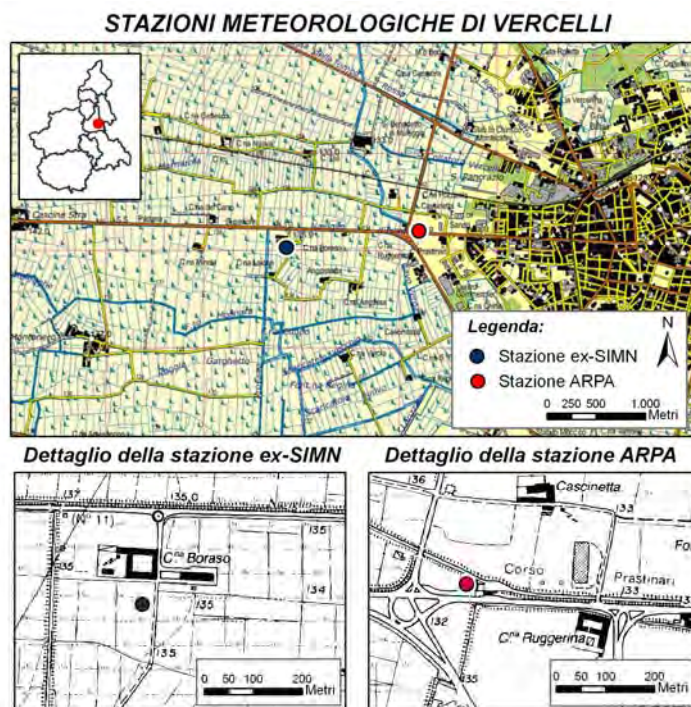


Figura 2.65 – Carta dalle localizzazione delle due stazioni meteorologiche di Vercelli.